

# Trabajo Fin de Grado

## Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Startup de drones personalizados: diseño del  
producto y estudio de viabilidad económica

Autor: Rodrigo de Sebastián Guinea

Tutor: Alejandro Escudero Santana

**Dpto. Organización Industrial y Gestión de Empresas II**  
**Escuela Técnica Superior de Ingeniería**  
**Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2020



---

Trabajo Fin de Grado  
Ingeniería de las Tecnologías Industriales

# **Startup de drones personalizados: diseño del producto y estudio de viabilidad económica**

Autor:

Rodrigo de Sebastián Guinea

Tutor:

Alejandro Escudero Santana

Profesor Titular de Universidad

Dpto. Organización Industrial y Gestión de Empresas II

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2020

---



Trabajo Fin de Grado: Startup de drones personalizados: diseño del producto y estudio de viabilidad económica

Autor: Rodrigo de Sebastián Guinea

Tutor: Alejandro Escudero Santana

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2020

El Secretario del Tribunal

---

*A mi familia.*

---

# Agradecimientos

---

Este Trabajo Fin de Grado ha sido posible gracias a la dedicación y el apoyo incondicional de mi familia y amigos y, muy especialmente, de mi pareja. Además, no hubiera sido lo mismo sin la colaboración de mis compañeros y la implicación de todas aquellas personas que han participado en las encuestas realizadas.

*Rodrigo de Sebastián Guinea*

*Estudiante del Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales*

*Sevilla, 2020*

---

# Resumen

---

Este Trabajo Fin de Grado se basa en la búsqueda un producto innovador, capaz de diferenciarse de sus competidores en un mercado global. Para ello, se debe desarrollar todo el proceso de diseño del mismo y, una vez obtenido el producto final, se ha de realizar un estudio de viabilidad económica de la empresa encargada de su explotación. Más concretamente, se pretende diseñar tanto un dron como la empresa que los ofrezca al público, de manera que sea capaz de prestar servicios personalizados a todos sus clientes.

Para el diseño del producto, se utilizarán métodos y procesos de generación de ideas de la asignatura de “Diseño de Productos y Procesos” [1].

---



# Abstract

---

This Final Degree Project is based on the search for an innovative product, capable of differentiating itself from its competitors in a global market. To do this, the entire design process must be developed and, once the final product is obtained, an economic viability study of the company in charge of its exploitation must be carried out. More specifically, the aim is to design both a drone and the company that offers them to the public, so that they are able to provide personalized services to all their clients.

For the design of the product, methods and processes for generating ideas from the subject of "Design of Products and Processes" [1] will be used.

---

<b>Agradecimientos</b>	<b>IX</b>
<b>Resumen</b>	<b>XI</b>
<b>Abstract</b>	<b>XIII</b>
<b>Índice</b>	<b>XV</b>
<b>Índice de Tablas</b>	<b>XIX</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>XXI</b>
<b>Índice de Ilustraciones</b>	<b>XXIII</b>
<b>1 Introducción y conceptos previos</b>	<b>1</b>
1.1 <i>Objetivos</i>	2
1.2 <i>Estructura del documento</i>	2
<b>2 Documento de Misión</b>	<b>4</b>
2.1 <i>Identificación de oportunidades</i>	4
2.1.1 Sistema de detección de incendios	5
2.1.2 Plataforma de intercambio de baterías	5
2.1.3 Agricultura de precisión	5
2.1.4 Drones para espectáculos	5
2.1.5 Sistema disuasorio para aves	6
2.1.6 Dron híbrido entre multirrotor y ala fija	6
2.1.7 Plataforma de recarga mediante energías renovables	6
2.2 <i>Evaluación y Clasificación de proyectos</i>	7
2.2.1 Sistema de detección de incendios. Análisis Pro-Con	7
2.2.2 Plataforma de intercambio de baterías. Análisis Pro-Con	8
2.2.3 Agricultura de precisión. Análisis Pro-Con	9
2.2.4 Drones para espectáculos. Análisis Pro-Con	10
2.2.5 Sistema disuasorio para aves. Análisis Pro-Con	11
2.2.6 Dron híbrido multirrotor y ala fija. Análisis Pro-Con	12
2.2.7 Plataforma de recarga mediante energías renovables. Análisis Pro-Con	13
2.2.8 Idea ganadora	14
2.3 <i>Estudio de mercado para la propuesta ganadora</i>	16
2.3.1 Descripción del producto	16
2.3.2 Clientes potenciales	16
2.3.3 Competidores	20
<b>3 Documento de Desarrollo de Especificaciones</b>	<b>26</b>
3.1 <i>Proceso de recogida de datos</i>	26
3.1.1 Perfiles de clientes	26
3.1.2 Herramientas para la recogida de datos	27
3.1.3 Documentación	27
3.1.4 Proceso de Recogida	29

3.2	<i>Lista de Necesidades</i>	30
3.2.1	Obtención de requisitos	30
3.2.2	Organización de requisitos	40
3.2.3	Priorización de requisitos	41
3.3	<i>Desarrollo de especificaciones</i>	46
3.3.1	Indicadores y Matriz de Enlace	46
3.3.2	Benchmark Técnico y Análisis de Competidores	51
3.3.3	Modelo Técnico	52
3.3.4	Lista final de especificaciones	53
<b>4</b>	<b>Documento de Desarrollo de Conceptos</b>	<b>54</b>
4.1	<i>Simplificación del Problema</i>	54
4.1.1	Matriz de influencia	54
4.1.2	Simplificación por Secuencia	58
4.2	<i>Conceptos iniciales</i>	60
4.2.1	Concepto 1: Dron multirrotor con chasis de avión	60
4.2.2	Concepto 2: Dron con alas desplegables	61
4.2.3	Concepto 3: Dron “columna”	62
4.2.4	Concepto 4: Dron estilo “Harrier”	63
4.2.5	Concepto 5: Dron tipo helicóptero-avioneta	64
4.2.6	Concepto 6: Dron con alas móviles tipo “Osprey”	65
4.3	<i>Matriz de Pugh</i>	67
4.3.1	Primera iteración	68
4.3.2	Nuevos conceptos tras la primera iteración	68
4.3.3	Segunda iteración	71
4.4	<i>Concepto ganador</i>	73
4.4.1	Ventajas	73
4.4.2	Desventajas	73
4.5	<i>Conceptos auxiliares</i>	75
4.5.1	Kit de primeros auxilios con sistema de comunicación	75
4.5.2	Plataforma de recarga autónoma	75
4.5.3	Sistema de aterrizaje adaptado a la plataforma de recarga	76
4.5.4	Depósito para transporte de mercancías	76
4.5.5	Equipo de primera intervención para incendios	76
4.6	<i>Conclusiones del desarrollo del concepto</i>	77
<b>5</b>	<b>Documento Económico</b>	<b>78</b>
5.1	<i>Balance Económico</i>	78
5.1.1	Amortización	79
5.1.2	Índice de Precios de Consumo (o IPC)	80
5.1.3	Balance Económico de la empresa	80
5.2	<i>Cuenta de Pérdidas y Ganancias o Cuenta de Resultados</i>	82
5.2.1	Gastos	82
5.2.2	Ingresos	86
5.2.3	Estructura y análisis de la Cuenta de Pérdidas y Ganancias	87
5.3	<i>Ratios económico-financieros</i>	89
5.3.1	Ratios Económicos	89
5.3.2	Ratios Financieros	90
5.3.3	Evaluación de los ratios económico-financieros	91
5.4	<i>Análisis de sensibilidad</i>	93
5.4.1	Estructura del análisis	93
5.4.2	Parámetros de análisis	94
5.4.3	Estimación de Ventas	95
5.4.4	Costes asociados a las ventas	96
5.4.5	Generación de las simulaciones Montecarlo	97

5.4.6	Resultados del Análisis de Sensibilidad	98
<b>6</b>	<b>Conclusiones Generales</b>	<b>101</b>
<b>7</b>	<b>Referencias</b>	<b>102</b>
<b>8</b>	<b>Anexos</b>	<b>103</b>
8.1	<i>Anexo A: Método 635</i>	<i>103</i>
<b>9</b>	<b>Glosario</b>	<b>110</b>

---

# Índice de Tablas

---

Tabla 1: Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados para el Sistema de detección de incendios	8
Tabla 2: Pro versus Contra en Sistema de detección de incendios	8
Tabla 3: Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados para la Plataforma de intercambio de baterías	9
Tabla 4: Pros versus Contras en Plataforma de intercambio de baterías	9
Tabla 5: Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados para la Agricultura de precisión	10
Tabla 6: Pros versus Contras en Agricultura de precisión	10
Tabla 7: Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados para los Drones para espectáculos	11
Tabla 8: Pros versus Contras en Drones para espectáculos	11
Tabla 9: Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados para el Sistema disuasorio de aves	12
Tabla 10: Pros versus Contras en Sistema disuasorio de aves	12
Tabla 11: Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados para el Dron híbrido	13
Tabla 12: Pros versus Contras en Dron Híbrido	13
Tabla 13: Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados para la Plataforma de recarga con energías renovables	14
Tabla 14: Pros versus Contras en Plataforma de recarga con energías renovables	14
Tabla 15: Estimación de ventas y tamaños de mercado (Fuente: <a href="http://www.empresite.eleconomista.es">www.empresite.eleconomista.es</a> )	19
Tabla 16: Extracción de requisitos	39
Tabla 17: Matriz de Consistencia	41
Tabla 18: Matriz de Preferencia	42
Tabla 19: Modelo Kano	44
Tabla 20: Identificación de métricas o indicadores	47
Tabla 21: Matriz de Enlace. Primera iteración	49
Tabla 22: Matriz de Enlace. Segunda iteración	50
Tabla 23: Benchmark Técnico	51
Tabla 24: Análisis de Competidores	52
Tabla 25: Modelo Técnico	52
Tabla 26: Matriz de Influencia	55
Tabla 27: Criticidad de Especificaciones	56
Tabla 28: Matriz de Pugh: Primera iteración	68
Tabla 29: Matriz de Pugh: Segunda iteración	72
Tabla 30: Balance Económico: Activos	80
Tabla 31: Balance Económico: Pasivos y Patrimonio Neto	81
Tabla 32: Gastos de Personal: Desglose de costes de un año	83

---

Tabla 33: Gastos de Personal: Costes anuales	83
Tabla 34: Gastos de Materias Primas y Costes de Producción	84
Tabla 35: Hipótesis sobre cálculo: Incremento de ventas estimado	84
Tabla 36: Ejemplo de préstamo americano	84
Tabla 37: Ejemplo de préstamo francés	85
Tabla 38: Préstamos bancarios: Datos principales	85
Tabla 39: Préstamos bancarios: Calendario de pagos	85
Tabla 40: Hipótesis de cálculo para la estimación de ventas anuales	86
Tabla 41: Estimación de venta de unidades al año	86
Tabla 42: Estimación de precios de venta y tarifas de cada servicio	87
Tabla 43: Estimación de ingresos por ventas y servicios	87
Tabla 44: Estructura de la Cuenta de Pérdidas y Ganancias	88
Tabla 45: Cuenta de Pérdidas y Ganancias	88
Tabla 46: Ratios Económico-Financieros	91
Tabla 47: Variabilidad del incremento de ventas	94
Tabla 48: Índices de Precio de Consumo	94
Tabla 49: Crecimiento Estimado: Situación Optimista	95
Tabla 50: Crecimiento Estimado: Situación Pesimista	95
Tabla 51: Lista de artículos y servicios en venta	96
Tabla 52: Incremento de ventas para cada escenario	96
Tabla 53: Costes Variables: Parámetros	97
Tabla 54: Costes Variables: Resultados	97
Tabla 55: Resumen de las simulaciones Montecarlo	99
Tabla 56: Resultados de 10 iteraciones	99
Tabla 57: Resultados del Análisis de Sensibilidad	100



# Índice de Figuras

---

Figura 1: Número de fabricantes por países en la Unión Europea (Fuente: Plan Estratégico para el desarrollo del Sector Civil de los Drones en España, Ministerio de Fomento, Gobierno de España)	20
Figura 2: Categorías de drones (Fuente: Plan Estratégico para el desarrollo del Sector Civil de los Drones en España, Ministerio de Fomento, Gobierno de España)	21
Figura 3: Número de empleados en empresas fabricantes de drones (Fuente: Plan Estratégico para el desarrollo del Sector Civil de los Drones en España, Ministerio de Fomento, Gobierno de España)	21
Figura 4: Resumen de actividad de operadores de drones (Fuente: Plan Estratégico para el desarrollo del Sector Civil de los Drones en España, Ministerio de Fomento, Gobierno de España)	22
Figura 5: Respuestas a la pregunta 1	30
Figura 6: Respuestas a la pregunta 2	31
Figura 7: Respuestas a la pregunta 3	32
Figura 8: Respuestas a la pregunta 4	33
Figura 9: Respuestas a la pregunta 5	33
Figura 10: Respuestas a la pregunta 6	34
Figura 11: Respuestas a la pregunta 7	35
Figura 12: Respuestas a la pregunta 8	36
Figura 13: Respuestas a la pregunta 9	37
Figura 14: Diagrama de Influencia	56
Figura 15: Diagrama de Influencia Simplificado	57

---

# Índice de Ilustraciones

---

Ilustración 1: DJI MG-1P (Fuente: <a href="http://www.dji.com">www.dji.com</a> )	22
Ilustración 2: DJI Inspire 2 (Fuente: <a href="http://www.dji.com">www.dji.com</a> )	23
Ilustración 3: Parrot ANAFI FPV (Fuente: <a href="http://www.parrot.com">www.parrot.com</a> )	23
Ilustración 4: Dron eBee Plus de senseFly (Fuente: <a href="http://www.sensefly.com">www.sensefly.com</a> )	24
Ilustración 5: Dron DISCO FPV (Fuente: <a href="http://www.parrot.com">www.parrot.com</a> )	24
Ilustración 6: 3DR H520-G Drone (Fuente: <a href="http://www.3dr.com">www.3dr.com</a> )	24
Ilustración 7: Diseño del Concepto 1	61
Ilustración 8: Planos del Grumman F-14 Tomcat (Fuente: <a href="http://www.navy.mil">www.navy.mil</a> )	61
Ilustración 9: Diseño del Concepto 2	62
Ilustración 10: Diseño del Concepto 3	63
Ilustración 11: Despegue de un F-35B (Fuente: <a href="http://www.hispaviación.es">www.hispaviación.es</a> )	63
Ilustración 12: Diseño del Concepto 4	64
Ilustración 13: Diseño del Concepto 5	65
Ilustración 14: Planos del Bell Boeing V-22 Osprey (Fuente: <a href="http://www.bellflight.com">www.bellflight.com</a> )	65
Ilustración 15: Diseño del Concepto 6	66
Ilustración 16: Diseño del Concepto 7	69
Ilustración 17: Diseño del Concepto 8	70
Ilustración 18: Diseño del Concepto 9	71
Ilustración 19: VAN, TIR y PB para un escenario Optimista Inestable	98

---

# 1 INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS PREVIOS

---

A modo de introducción de este trabajo Fin de Grado, se comenzará describiendo brevemente tanto los objetivos que se quieren cumplir, como la estructura que presentará el documento. Además, se realizará un breve repaso del uso de los drones a lo largo de la historia, desde sus orígenes hasta sus aplicaciones hoy en día. Con todo ello, se pretende dar una idea genérica acerca del tipo de producto que se pretende diseñar, presentando una visión más amplia sobre el uso y alcance de estas tecnologías.

La primera pregunta que se debe responder es: ¿Qué es un dron? Según la Real Academia Española, el término dron se define como: “Aeronave no tripulada” (Fuente: RAE). Los drones fueron fabricados por primera vez por los Estados Unidos, en el transcurso de la Segunda Guerra Mundial. Su objetivo inicial era el de servir como blancos para pruebas de armamento. Sin embargo, en torno a los años 60, fueron desarrollándose hasta el punto de ser utilizados como herramientas de espionaje, evitando poner en riesgo las vidas de los pilotos.

Un poco más adelante, en los años 70, Estados Unidos utilizó los drones para el reconocimiento e interceptación tanto de misiles como de aviones enemigos. Por ello, cobró gran importancia en conflictos bélicos como las guerras árabe-israelíes y la Guerra de Vietnam. Además, países como Israel se sumaron al uso de estas aeronaves con fines militares.

A lo largo de los 80 y, principalmente, en los años 90, se produjo un auge de esta tecnología en el sector civil, debido al abaratamiento de estos productos. Esto también se vio favorecido por la implementación de sistemas GPS en este tipo de aeronaves, lo que permitía aumentar el rango de actuación de estos dispositivos.

Desde los 90 hasta hoy en día, el sector ha experimentado un cambio radical, gracias al abaratamiento de las aeronaves. Gran parte de este cambio vino propiciado por la aparición de empresas chinas, que han conseguido reducir el precio de tal manera que, a día de hoy, cualquier persona puede tener un dron en su casa.

A pesar de la gran cantidad de diseños que se producen actualmente, los drones están constituidos por los mismos elementos, que son:

- Chasis: en él van adheridos el resto de elementos. Es el cuerpo del dron.
- Motores: elementos eléctricos que permiten el vuelo del dron.
- Unidad de control: encargada del procesamiento de información, controlando todas las funciones de la aeronave.
- Sensores: suelen incluir GPS, brújula, giroscopio y acelerómetro.
- Cámaras: para la captación de imágenes o la retransmisión en directo de la visión de la aeronave.
- Batería: alimenta de energía a todos los componentes del dron.
- Sistema de emisión y recepción: para el intercambio de información.

En este trabajo, se pondrá el enfoque en aquellos drones dirigidos a la sociedad civil, dejando a un lado el sector militar. Se estudiará la posibilidad de diseñar tanto drones de ala fija (también llamados planeadores) como drones de ala rotatoria (o multirrotores), seleccionando el que mejor se adecue tanto a las necesidades de los clientes como a los requisitos que presente el medio en el que van a ser empleados.

A continuación, se describirán los objetivos a cumplir en este trabajo y la estructura que tendrá el mismo.

## 1.1 Objetivos

En la actualidad, existen gran variedad de empresas dedicadas al uso de drones para diversas labores, como son, por ejemplo, la revisión de molinos eólicos, agricultura de precisión, estudios topográficos o rodajes cinematográficos. En este documento, se estudiará la posibilidad de crear una empresa que abarque gran parte de estos sectores. Para ello, se llevará a cabo un proceso de diseño de productos, con el fin de obtener un artículo innovador, que pueda competir con empresas que ocupan el mercado actualmente.

Este proceso de diseño presenta varios objetivos, que deben ir cumpliéndose ordenadamente para que el resultado del proceso sea factible económicamente hablando.

El primer objetivo es el de, tras un proceso de generación de ideas, seleccionar la propuesta que presente mayor potencial. Para ello, se emplearán métodos y modelos matemáticos, con el fin de tomar la decisión lo más objetivamente posible.

El segundo objetivo es el de analizar los posibles sectores de la sociedad que estarían interesados en el producto escogido. Para ello, se ha de realizar una segmentación del mercado. Adicionalmente, deben estudiarse los posibles competidores que existen actualmente en el sector, buscando encontrar elementos diferenciales que puedan ser explotados e implementados en el producto.

Un tercer objetivo es el de realizar encuestas a posibles clientes potenciales, obteniendo una lista de necesidades o requisitos que podrán ser implementados en el dron. Para ello, se habrán de crear cuestionarios generales y específicos, enfocados a los sectores estudiados en la segmentación del mercado previamente realizada.

El cuarto objetivo de este proyecto es transformar las necesidades descritas por los clientes en especificaciones de la aeronave. Para ello, se aplicarán modelos que faciliten esta conversión, priorizando aquellas necesidades que tengan mayor importancia.

El siguiente objetivo es el de diseñar distintos prototipos del dron, y escogiendo, mediante determinados métodos, cual o cuales presentan mayor potencial, y obteniéndose el diseño definitivo del producto ganador.

Por último, se llevará a cabo un plan financiero para la empresa productora de drones. En este apartado se realizarán los balances económicos, estimaciones de ventas, simulaciones y análisis de sensibilidad.

Con todo esto, se busca obtener un producto innovador, capaz de adaptarse a todas las necesidades de los diferentes clientes potenciales y, además, ver si el proyecto de ejecución de una empresa que oferte la venta de drones y servicios con estas características, sería capaz de competir en un mercado global.

Por tanto, como objetivo general, se busca encontrar un producto lo suficientemente atractivo como para crear una empresa encargada de explotarlo.

## 1.2 Estructura del documento

Para conseguir cumplir los objetivos anteriormente descritos, el documento debe estar estructurado de una manera ordenada, pues se parte de un folio en blanco, y se pretende obtener tanto un producto innovador y atractivo, como una empresa capaz de explotarlo.

Por ello, el documento está dividido en seis bloques, que son:

- Introducción y conceptos previos.
- Documento de Misión.
- Documento de Desarrollo de Especificaciones.
- Documento de Desarrollo del Concepto.
- Documento Económico.
- Conclusiones Generales.

El primer bloque está enfocado a la descripción breve del contenido del trabajo. En el se describen los conceptos previos que se consideran necesarios, los objetivos del trabajo, y la estructura que presenta el mismo.

El segundo bloque va dirigido a la generación de ideas y posterior selección de las mejores propuestas. La información obtenida en este bloque determinará el hilo argumental de todo el documento, por lo que es fundamental que dicha información sea lo más precisa posible. A su vez, debe abarcar un gran abanico de posibilidades, que posteriormente se irán filtrando, potenciando o eliminando.

El tercer bloque se encarga de recoger las opiniones y necesidades de los posibles clientes potenciales. A partir de esta información, se desarrollan las especificaciones que ha de tener el producto escogido en el bloque anterior. De esta manera, el producto quedará correctamente definido, facilitando las labores de diseño del bloque siguiente.

En el cuarto bloque, y apoyado de la información anteriormente descrita, se diseñan distintos conceptos del producto, y se escoge, de manera cuantitativa, cual de ellos resulta más atractivo. Para ello, se aplicarán métodos iterativos de comparación de conceptos. Adicionalmente, se podrán añadir conceptos auxiliares que faciliten o mejoren las especificaciones de la aeronave.

En el quinto bloque, con toda la información recopilada y el diseño del producto, se realiza un plan financiero para la empresa encargada de su fabricación. En este documento se recogen tanto balances económicos como análisis de sensibilidad y simulaciones ante distintos escenarios. Con ello, se pretende conocer de la forma más precisa posible la viabilidad del proyecto.

Finalmente, concluidos todos los anteriores, se desarrollará el último bloque, en el que se recogerán todas las conclusiones obtenidas a lo largo de todo el trabajo.

Además, en caso de ser necesario, se añadirán contenidos en los anexos del documento, que se encontrarán al final del mismo.

## 2 DOCUMENTO DE MISIÓN

El objetivo principal de este documento es el de generar una idea potencial que, en documentos posteriores, será desarrollada y diseñada, para lo que se realizarán encuestas a posibles clientes potenciales. Una vez definido el concepto final, se generará el plan financiero para la empresa que explotará el producto.

### 2.1 Identificación de oportunidades

Para la identificación de oportunidades, se ha decidido apostar por el Método 635. Con ayuda de este procedimiento, se conseguirán generar un gran número de ideas. Seguidamente, se han de filtrar las propuestas realizadas, quedándose únicamente con las mejores.

El método 635 consiste en realizar una técnica de “Brainwriting”, es decir, generar un gran número de ideas en grupo, apoyándose en las propuestas del resto de integrantes y apuntando los resultados en un folio. Para ello, se selecciona un grupo de 6 participantes, los cuales cuentan con una plantilla que han de ir rellenando. En la primera ronda, cada uno de ellos genera tres ideas en un intervalo de cinco minutos. Pasado este tiempo, se entrega la plantilla al compañero de la derecha, y se generan tres nuevas ideas durante cinco minutos. El procedimiento completo lleva 30 minutos (o lo que es lo mismo, 6 rondas), y en total se generan 108 ideas de potenciales productos a diseñar.

Para facilitar un poco la generación de ideas, a cada una de las rondas se les ha asignado una temática, que son:

- Ronda 1: Ideas aplicables a drones para labores en el sector agrícola.
- Ronda 2: Ideas para herramientas que puedan cargar los drones.
- Ronda 3: Ideas innovadoras en el ámbito de los drones.
- Ronda 4: Ideas para sistemas de carga de baterías de drones.
- Ronda 5: Temática libre.
- Ronda 6: Temática libre.

Una vez analizadas las respuestas (recogidas en el Anexo A: Método 635), puede observarse que los participantes coinciden en varias de las ideas presentadas. Esto es un buen indicativo para tomar dichas ideas como referentes.

Otras de las ideas propuestas resultan irrealizables técnicamente, de escaso interés para su diseño o, simplemente, son ideas que ya se encuentran disponibles en el mercado.

A pesar de todo ello, se puede obtener una lista con todas las ideas que presentan mayor potencial. Las propuestas más viables son:

- Opción 1: Sistema de detección de incendios.
- Opción 2: Plataforma de intercambio de baterías.
- Opción 3: Dron para agricultura de precisión.
- Opción 4: Drones para espectáculos.
- Opción 5: Sistema disuasorio para aves.
- Opción 6: Dron híbrido entre multirrotor y ala fija.
- Opción 7: Plataforma de recarga con energías renovables.



A continuación, se describen brevemente cada una de estas propuestas de manera individual, señalando bajo qué temática se ha generado cada una de ellas (en que ronda), y/o estudiando posibles combinaciones con otras ideas que, en un primer momento, han sido descartadas.

### **2.1.1 Sistema de detección de incendios**

Consiste en un conjunto de drones que trabajan por relevos las 24 horas del día. Su objetivo principal es el de prevenir un incendio y, en caso de que ocurra, servir de apoyo para los equipos de emergencia. El producto va dirigido principalmente a áreas que presenten un gran riesgo o tengan un alto valor económico o ambiental. Estas zonas son, por ejemplo, parques naturales, subestaciones eléctricas, puertos deportivos, plantas industriales, refinerías o plantas químicas, entre otros.

Estos drones llevarían incorporadas cámaras infrarrojas y, cuando detectasen un foco caliente, mandarían un aviso al centro de control que, evaluando la situación de riesgo, adoptará las medidas convenientes.

Una variante interesante de este tipo de dron es que, una vez detectado el fuego, evalúe si es de pequeño tamaño según la temperatura y el tamaño de las llamas. Si es posible realizar una primera intervención, el primer dron llamará a otro, portador de una carga antiincendios. Este segundo dron, contará con protecciones térmicas y, tras colocarse sobre el fuego, dejará caer la carga para apagar las llamas.

Todo este procedimiento estaría siendo revisado en tiempo real por un piloto desde el centro de control. Si el fuego no se extinguiese, el operario llamaría a los equipos de emergencia y monitorizaría el incendio en tiempo real a través de las cámaras de los drones.

### **2.1.2 Plataforma de intercambio de baterías**

Consiste, como su nombre indica, en una plataforma de despegue y aterrizaje que cuenta con baterías de repuesto en su interior. Cuando un dron aterriza, este deja caer la batería usada, y la plataforma introduce una completamente cargada. Esta característica le permitiría volar casi ininterrumpidamente, siendo de gran utilidad para labores de vigilancia y seguridad.

Esta idea surgió como respuesta a una propuesta anterior, que pretendía realizar cambio de baterías dentro del mismo dron. La aeronave cargaría con varias baterías de pequeño tamaño y, cuando estas se fuesen agotando, las iría dejando caer sobre puntos de recogida situados estratégicamente. Con la última batería, el dron se encargaría de regresar al punto de inicio y volvería a abastecerse de energía para proseguir con el vuelo.

### **2.1.3 Agricultura de precisión**

Muchas de las propuestas que se hicieron en el método 635 trataban sobre la agricultura de precisión, sobre todo en la primera ronda (hay que recordar que presentaba la temática agrícola). Por ello, se ha decidido que puede resultar una propuesta interesante.

El dron carga con una cámara multispectral, recorriendo toda el área a estudiar. Una vez recopilada toda la información del terreno, se vuelca en un ordenador que, mediante una herramienta software, muestra por pantalla las zonas donde el regado ha sido óptimo, y las zonas que deben ser mejoradas. También se estudia la salud de las plantas y la fertilidad de la tierra.

Con todo ello, se estudian planes de mejora para aumentar la producción, generando mayores ingresos y reduciendo la pérdida de producto en mal estado.

Sin embargo, cabe destacar que esta propuesta no resulta innovadora, puesto que actualmente existen diversas empresas que realizan estas tareas a nivel nacional. Este factor debe ser tenido muy en cuenta si se decide apostar por esta propuesta, puesto que se entraría en un mercado ya desarrollado, obligando a la empresa a ofertar un factor diferencial con respecto a sus competidores.

### **2.1.4 Drones para espectáculos**

Una propuesta interesante y que aún muchas de las propuestas realizadas es la de crear espectáculos con drones. Esto consiste en dibujar patrones y figuras en el cielo nocturno, acompañadas de un sistema de audio en tierra.

La tecnología a utilizar son drones de pequeño tamaño, con una o varias luces led de alta intensidad incorporadas,

y capaces de mantener la formación guiados por un ordenador central.

Esta idea mezcla varias propuestas realizadas, como son el vuelo en enjambre para realizar tareas conjuntas, interconexiones entre distintos drones para compartir sus ubicaciones y la implementación de Inteligencia Artificial en las aeronaves o el ordenador.

Este tipo de espectáculos se realizan actualmente en países asiáticos, teniendo un gran éxito, lo que puede ser un buen indicativo si se decide apostar por esta idea.

### **2.1.5 Sistema disuasorio para aves**

Esta idea consiste en integrar un pequeño dispositivo para evitar el ataque de aves a la aeronave. Esta herramienta puede ser tanto por expulsión de líquido o gas, como estar constituida por un emisor de sonidos disuasorios. Con ello, se busca evitar que aves de gran tamaño puedan no solo dañar, sino también derribar el dron. Además, esta propuesta permite que el aparato se conecte a cualquier dron sin necesidad de desensamblar el mismo.

Otra propuesta interesante que surgió a raíz de esta fue la de diseñar el chasis y la pintura de la aeronave emulando a la de cierto tipo de aves, reduciendo el riesgo de ataques.

### **2.1.6 Dron híbrido entre multirrotor y ala fija**

Esta propuesta resulta bastante interesante, pues combina el modo de vuelo del multirrotor y el del dron de ala fija (o planeador). Así, puede tanto despegar como aterrizar tal y como lo haría un dron multirrotor, evitando golpes y posibles daños. Además, permite recorrer grandes distancias al volar como un ala fija, con lo que se optimiza la carga de la batería.

Otra característica que permite esta propuesta es la de realizar operaciones precisas (tal y como las haría un multirrotor), con un rango de operación mucho mayor que los drones convencionales.

Debido a estas características, la propuesta resulta de gran interés para el transporte de pequeñas mercancías, que pueden ser lanzados desde el dron, evitando el aterrizaje de este. Esto presenta un gran abanico de posibilidades, como son, por ejemplo, el envío de muestras de sangre a laboratorios desde lugares remotos, envío de medicamentos a personas con movilidad reducida, transporte de kit de primeros auxilios u otros equipos médicos en situaciones de emergencia, transporte de sistemas de comunicaciones, etc.

### **2.1.7 Plataforma de recarga mediante energías renovables**

La última propuesta que se ha decidido estudiar es la de una plataforma de recarga alimentada por energías renovables. El funcionamiento es parecido al descrito en el apartado 2.1.2 (Plataforma de intercambio de baterías). Sin embargo, en este caso, en lugar de intercambiar las baterías, el dron la recarga por completo mediante inducción y, una vez terminado el proceso de carga, despegue para seguir realizando sus labores y relevar a otro de los drones del sistema.

Para el aterrizaje en la plataforma y conexión con el sistema de recarga, se ha propuesto que el dron emplee un algoritmo que, a través de las cámaras, guíe a la aeronave hasta cualquiera de las estaciones de recarga que no se encuentre ocupada.

Además, la plataforma consta de un ordenador que controla el tráfico aéreo alrededor de la plataforma, y asigna las distintas labores o trayectorias que los drones deben seguir. Con todo esto, sumado al abastecimiento mediante energías renovables, se consigue constituir un sistema prácticamente autónomo, que puede resultar de interés principalmente en el sector de la seguridad privada.

## 2.2 Evaluación y Clasificación de proyectos

Una vez descritas las diferentes ideas, se realiza un análisis Pro-Con (pros frente a contras) de cada una de las opciones, con el objetivo de conocer cuales de ellas deberán ser desarrolladas. Actualmente, se cuenta con un total de 7 propuestas, la mayoría bastante innovadoras. Tras estudiar cada uno de los elementos por separado, se decide cual de ellos se va a desarrollar, descartando o incluyendo matices del resto de propuestas.

El análisis Pro-Con consiste en comprobar si las ventajas que presenta un determinado producto son superiores a las desventajas que este presente. Para realizar este método, se describen, para cada artículo, el mismo número de ventajas y desventajas. Posteriormente, a cada ventaja e inconveniente se le asigna un valor numérico. Este número se obtiene al realizar el “Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados”, y resulta de comparar una a una tanto las ventajas como los inconvenientes.

Se comparará cada fila con cada elemento de las columnas, asignando un “1” si el elemento de la fila tiene mayor importancia que el elemento de la columna; un “0,5” si son igual de importantes y un “0” si el elemento de la columna es más importante que el elemento de la fila. Posteriormente, en una columna a parte se hacen los sumatorios de cada fila, y en la columna siguiente se muestran los resultados ponderados.

Una vez obtenidas las ponderaciones de cada ventaja y desventaja, se dividen en columnas y se suman, obteniéndose un valor para el total ponderado de ventajas y un valor para el total ponderado de desventajas<sup>1</sup>. La diferencia entre estos dos números indica cómo de buena es una opción, y es fácilmente comparable con el resto de propuestas.

A continuación, se describirán tanto las ventajas como las desventajas de cada una de las propuestas, explicándolas brevemente. Seguidamente, se realizarán las matrices del “Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados”, y se compararán los pros frente a los contras.

### 2.2.1 Sistema de detección de incendios. Análisis Pro-Con

Las ventajas que esta propuesta presenta frente a un dron convencional son:

- Tiempo de respuesta: reduce mucho el tiempo de respuesta en el aviso a emergencias en caso de incendio.
- Primera intervención: permite realizar una primera intervención de manera rápida.
- Monitorización: retransmite en tiempo real lo que esta ocurriendo en el lugar del incidente.
- Prevención: detecta zonas con riesgo potencial de incendio.

Las desventajas que presenta esta propuesta son:

- Precio: debido a los materiales aislantes, las cámaras y los sensores, el precio del dron es elevado.
- Autonomía: el traslado a la zona del incendio podría consumir gran cantidad de energía.
- Tecnología multi-dron: son necesarios varios drones para monitorizar en tiempo real el fuego.
- Peso: las cámaras, cargas antiincendios y los aislantes térmicos aumentan notablemente el peso del dron.

Con esta información, se realiza el “Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados”, obteniéndose la siguiente matriz:

---

<sup>1</sup> Las ponderaciones que se emplean son las aproximaciones a los números enteros más cercanos

		Ventajas				Desventajas				Sumatorio	Ponderación
		Tiempo respuesta	Primera intervención	Monitorización	Prevención	Precio	Autonomía	Multi-dron	Peso		
Ventajas	Tiempo respuesta	-	0,5	0	1	0	1	0	1	3,5	13
	Primera intervención	0,5	-	0,5	1	0	1	0,5	1	4,5	16
	Monitorización	1	0,5	-	0,5	0	0	0,5	0,5	3	11
	Prevención	0	0	0,5	-	0,5	0	1	0	2	7
Desventajas	Precio	1	1	1	0,5	-	1	0,5	1	6	21
	Autonomía	0	0	1	1	0	-	0,5	0,5	3	11
	Multi-dron	1	0,5	0,5	0	0,5	0,5	-	0	3	11
	Peso	0	0	0,5	1	0	0,5	1	-	3	11
Total										28	100

Tabla 1: Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados para el Sistema de detección de incendios

Con los datos de la Tabla 1 se puede definir la tabla de pros versus contras, que quedaría:

Pro		Contra	
Tiempo respuesta	13	Precio	21
Primera intervención	16	Autonomía	11
Monitorización	11	Multi-dron	11
Prevención	7	Peso	11
Total Pro	46	Total Contra	54
Total		-7	

Tabla 2: Pro versus Contra en Sistema de detección de incendios

Como resultado de aplicar este método, se obtiene que, para esta primera propuesta, los contras presentan un mayor peso que los pros. Tal y como se puede apreciar en la Tabla 2, el contra más influyente en este caso es el precio. Esto puede corroborarse en la Tabla 1, puesto que el precio aparece como ganador en la mayoría de los casos.

## 2.2.2 Plataforma de intercambio de baterías. Análisis Pro-Con

Esta propuesta presenta las siguientes ventajas competitivas:

- Tiempo de vuelo: con el intercambio de la batería, se consigue que el dron esté la mayor parte del tiempo realizando tareas.
- Capacidad: el sistema puede trabajar con uno o varios drones al mismo tiempo.
- Operatividad: debido a la capacidad de volar durante la mayor parte del tiempo, puede realizar tareas muy diversas.
- Rango: relacionado con el primer punto, cuanto mayor es el tiempo de vuelo mayor será el área que puede abarcar.

Por otro lado, esta idea tiene una serie de desventajas, que son:

- Cantidad: para que el sistema sea efectivo, se necesitan una gran cantidad de baterías, lo que influye directamente en el precio.
- Tamaño: relacionado con el punto anterior, es necesario que la plataforma sea de gran tamaño para la recarga simultanea de muchas baterías.
- Transporte: debido al sistema de intercambio de baterías, se deduce que la capacidad de portar herramientas del dron será limitada.

- Deterioro: al estar constantemente en vuelo, tanto el dron como las baterías sufrirán deterioro con el paso del tiempo.

Una vez definidos estos criterios, se procede a realizar el “Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados”, obteniéndose la siguiente matriz:

		Ventajas				Desventajas				Sumatorio	Ponderación
		Tiempo de vuelo	Capacidad	Operatividad	Rango	Cantidad	Tamaño	Transporte	Deterioro		
Ventajas	Tiempo de vuelo	-	0,5	1	0,5	0	1	1	0	4	14
	Capacidad	0,5	-	1	0	0	1	1	0,5	4	14
	Operatividad	0	0	-	0,5	1	0	0,5	0,5	2,5	9
	Rango	0,5	1	0,5	-	1	0	0,5	1	4,5	16
Desventajas	Cantidad	1	1	0	0	-	1	1	0,5	4,5	16
	Tamaño	0	0	1	1	0	-	0	1	3	11
	Transporte	0	0	0,5	0,5	0	1	-	0,5	2,5	9
	Deterioro	1	0,5	0,5	0	0,5	0	0,5	-	3	11
Total										28	100

Tabla 3: Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados para la Plataforma de intercambio de baterías

Con las ponderaciones que se obtienen de la Tabla 3, se monta la tabla comparativa entre pros y contras, obteniéndose una ponderación total. Esta tabla se describe a continuación:

Pro		Contra	
Tiempo de vuelo	14	Cantidad	16
Capacidad	14	Tamaño	11
Operatividad	9	Transporte	9
Rango	16	Deterioro	11
Total Pro	54	Total Contra	46
Total		7	

Tabla 4: Pros versus Contras en Plataforma de intercambio de baterías

Para esta propuesta, puede observarse que la ponderación total obtenida es de 7 puntos positivos. Si se analiza con detalle este valor, se deduce que no implica una gran ventaja de los pros frente a los contras. Esto puede verse en los valores de “Total Pro” y “Total Contra” que se plasman en la Tabla 4. Como se puede observar, no hay una diferencia notoria entre una columna y otra, por lo que la propuesta no presenta gran interés.

### 2.2.3 Agricultura de precisión. Análisis Pro-Con

Para la agricultura de precisión se han descrito las siguientes ventajas:

- Optimización: se reduce el consumo de agua y se optimiza el uso de fertilizantes y pesticidas.
- Producción: aumento de las ventas debido a la optimización de los recursos
- Seguimiento: permite realizar un seguimiento de las actuaciones que se llevan a cabo para mejorar.
- Aceptación: es un producto que ya está aceptado, y su uso está muy extendido.

A su vez, esta propuesta presenta una serie de desventajas, que son:

- Competencia: existe un número importante de empresas que se dedican a estas labores.
- Software: es necesaria la creación de un software que analice los datos recogidos.
- Precio: el precio de las cámaras multiespectrales es muy elevado.

- Autonomía: los drones que se utilizan para estas labores tienen una autonomía media de 30 minutos, lo que, en muchos casos, es insuficiente para realizar un estudio completo de la zona.

Tras definir brevemente las ventajas y desventajas que se pueden apreciar de esta idea, se procede a realizar el “Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados”:

		Ventajas				Desventajas				Sumatorio	Ponderación
		Optimización	Producción	Seguimiento	Aceptación	Competencia	Software	Precio	Autonomía de vuelo		
Ventajas	Optimización	-	1	1	1	1	1	0,5	0,5	6	21
	Producción	0	-	1	1	0,5	0,5	1	1	5	18
	Seguimiento	0	0	-	1	0	0,5	1	1	3,5	13
	Aceptación	0	0	0	-	0	0	0,5	0	0,5	2
Desventajas	Competencia	0	0,5	1	1	-	0	0	0,5	3	11
	Software	0	0,5	0,5	1	1	-	0,5	0	3,5	13
	Precio	0,5	0	0	0,5	1	0,5	-	1	3,5	13
	Autonomía de vuelo	0,5	0	0	1	0,5	1	0	-	3	11
Total										28	100

Tabla 5: Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados para la Agricultura de precisión

Con las ponderaciones de ventajas y desventajas de la Tabla 5, se procede a comparar unas con otras. Se obtiene la siguiente tabla:

Pro		Contra	
Optimización	21	Competencia	11
Producción	18	Software	13
Seguimiento	13	Precio	13
Aceptación	2	Autonomía de vuelo	11
Total Pro	54	Total Contra	46
Total		7	

Tabla 6: Pros versus Contras en Agricultura de precisión

Al igual que en el apartado anterior (Plataforma de intercambio de baterías. Análisis Pro-Con), se obtiene un valor total de 7 puntos positivos. Como se mencionó en el caso anterior, y comparando los valores de la Tabla 6 entre sí, se puede deducir que esta opción tampoco resultaría de especial interés.

## 2.2.4 Drones para espectáculos. Análisis Pro-Con

Las ventajas que se han encontrado a esta propuesta son:

- Novedad: a pesar de tener gran éxito en Asia, no es un producto extendido por Europa.
- Versatilidad: pueden emplearse en gran variedad de eventos, como bodas o fiestas populares.
- Hardware: el hardware de cada dron es relativamente sencillo y económico.
- Seguridad: al ser drones de pequeño tamaño y volar en una zona delimitada, reducen el riesgo de accidentes.

A pesar de estas ventajas, la propuesta presenta también una serie de desventajas:

- Cantidad: se necesita un gran número de drones para realizar estos espectáculos.
- Software: se tiene que crear un algoritmo capaz de dirigir al enjambre de drones a la perfección.
- Ensayos: esta tecnología requiere de grandes zonas para realizar los ensayos.

- Aceptación: no es un producto que se venda actualmente, por lo que será más difícil su aceptación.

Teniendo en cuenta todos estos criterios, se comparan entre sí mediante el “Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados”, obteniéndose la tabla que aparece a continuación:

		Ventajas				Desventajas				Sumatorio	Ponderación
		Novedad	Versatilidad	Hardware	Seguridad ciudadana	Cantidad	Software	Ensayos	Aceptación		
Ventajas	Novedad	-	0	0	0,5	0	0	1	1	2,5	9
	Versatilidad	1	-	1	1	0	0	1	1	5	18
	Hardware	1	0	-	0,5	0,5	0,5	1	0	3,5	13
	Seguridad ciudadana	0,5	0	0,5	-	0	0	0	0,5	1,5	5
Desventajas	Cantidad	1	1	0,5	1	-	1	1	1	6,5	23
	Software	1	1	0,5	1	0	-	1	1	5,5	20
	Ensayos	0	0	0	1	0	0	-	0	1	4
	Aceptación	0	0	1	0,5	0	0	1	-	2,5	9
		Total								28	100

Tabla 7: Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados para los Drones para espectáculos

Empleando los datos procedentes de la Tabla 7, se comparan los pros y contras, con sus respectivas ponderaciones. De esta forma, se obtiene una tabla como la siguiente:

Pro		Contra	
Novedad	9	Cantidad	23
Versatilidad	18	Software	20
Hardware	13	Ensayos	4
Seguridad ciudadana	5	Aceptación	9
Total Pro	45	Total Contra	55
Total		-11	

Tabla 8: Pros versus Contras en Drones para espectáculos

Como se puede observar en la Tabla 8, los contras cobran una mayor importancia que los pros en este caso. Si se analiza la columna de los contras, puede apreciarse que tanto la “Cantidad” como el “Software” son los factores más influyentes del método. Con respecto a la cantidad, parece lógico pensar que, dada la necesidad de trabajar con un número muy elevado de drones, sea un factor negativo muy a tener en cuenta. Además, vinculado a la cantidad, es necesario un software complejo que controle todos los drones simultáneamente. Por ello, esta también es una característica muy influyente en esta comparativa.

Con todo esto en mente, y a la vista del mal resultado de esta opción, no parecería lógico apostar por esta idea.

## 2.2.5 Sistema disuasorio para aves. Análisis Pro-Con

Esta idea presenta la siguiente serie de ventajas:

- Disuasión: evita que el dron sea atacado por las aves.
- Seguridad: evita que las aves sufran daños con las hélices de la aeronave.
- Adaptación: el sistema puede adaptarse a cualquier tipo de dron.
- Dimensiones: el dispositivo es de pequeño tamaño y bajo peso.

Una vez definidas las ventajas de esta propuesta, queda definir las desventajas que presenta. Estas son:

- Molestias: al emitir ruido o fluidos, puede molestar a las personas o animales que se encuentren en los

alrededores.

- Diseño: no es un dispositivo con una forma aerodinámica.
- Descompensación: puede llegar a descompensar el centro de gravedad de la aeronave.
- Consumo: puede llegar a consumir gran cantidad de batería.

Se monta la siguiente matriz para aplicar el “Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados”:

		Ventajas				Desventajas				Sumatorio	Ponderación
		Disuasión	Seguridad	Adaptación	Dimensiones	Molestias al entorno	Diseño	Descompensa	Consumo		
Ventajas	Disuasión	-	0,5	0	1	1	1	0	0,5	4	14
	Seguridad	0,5	-	0,5	0	0,5	0,5	0	1	3	11
	Adaptación	1	0,5	-	1	0,5	1	0,5	0,5	5	18
	Dimensiones	0	1	0	-	1	0	0,5	0,5	3	11
Desventajas	Molestias al entorno	0	0,5	0,5	0	-	0	0	0	1	4
	Diseño	0	0,5	0	1	1	-	0,5	0,5	3,5	13
	Descompensa	1	1	0,5	0,5	1	0,5	-	0	4,5	16
	Consumo	0,5	0	0,5	0,5	1	0,5	1	-	4	14
Total										28	100

Tabla 9: Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados para el Sistema disuasorio de aves

Sacándose los datos de la Tabla 9, se pueden comparar entre si los pros y los contras. Para ello, se define la siguiente tabla:

Pro		Contra	
Disuasión	14	Molestias al entorno	4
Seguridad	11	Diseño	13
Adaptación	18	Descompensa	16
Dimensiones	11	Consumo	14
Total Pro	54	Total Contra	46
Total		7	

Tabla 10: Pros versus Contras en Sistema disuasorio de aves

A la vista de los resultados, se puede decir que no existe una superioridad clara ni de los pros ni de los contras, con lo que este sistema no presenta tampoco un gran interés por si solo. Aún así, al poderse adaptar a todo tipo de drones, es posible combinarlo con otras opciones.

## 2.2.6 Dron híbrido multirrotor y ala fija. Análisis Pro-Con

Con lo que respecta al dron híbrido, se pueden definir las siguientes ventajas:

- Versatilidad: permite volar tanto en forma de multirrotor como de dron de ala fija.
- Rango: el dron puede recorrer mayores distancias que un dron normal.
- Rendimiento: optimiza la carga de la batería.
- Operatividad: permite realizar toda clase de labores tal y como lo haría un dron multirrotor.

Sumado a estas ventajas, aparecen también la siguiente lista de desventajas:

- Diseño: dificultad de diseñar una aeronave con estas características.



- Software: la programación de un dron con estas características puede resultar complicada.
- Peso: el sistema puede llegar a pesar más que un dron convencional.
- Materiales: los materiales deben ser ligeros, lo que aumentará los costes de fabricación.

A continuación, se describe la siguiente tabla, aplicándose el “Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados”:

		Ventajas				Desventajas				Sumatorio	Ponderación
		Versatilidad	Rango de operación	Rendimiento	Operatividad	Diseño	Software	Peso	Materiales		
Ventajas	Versatilidad	-	1	0,5	0,5	1	1	1	1	6	21
	Rango de operación	0	-	0,5	0,5	1	1	0	0,5	3,5	13
	Rendimiento	0,5	0,5	-	1	1	1	0,5	1	5,5	20
	Operatividad	0,5	0,5	0	-	1	0,5	0	1	3,5	13
Desventajas	Diseño	0	0	0	0	-	0	0,5	1	1,5	5
	Software	0	0	0	0,5	1	-	1	1	3,5	13
	Peso	0	1	0,5	1	0,5	0	-	0,5	3,5	13
	Materiales	0	0,5	0	0	0	0	0,5	-	1	4
Total										28	100

Tabla 11: Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados para el Dron híbrido

Con los datos conseguidos en la Tabla 11, se comparan pros y contras, obteniéndose una puntuación total:

Pro		Contra	
Versatilidad	21	Diseño	5
Rango de operación	13	Software	13
Rendimiento	20	Peso	13
Operatividad	13	Materiales	4
Total Pro	66	Total Contra	34
Total		32	

Tabla 12: Pros versus Contras en Dron Híbrido

Como puede verse en la Tabla 12, la puntuación total obtenida para esta propuesta es de 32 puntos positivos. Analizando los resultados, puede observarse que la importancia de los pros es muy superior a la de los contras. Esto viene influenciado principalmente por dos ventajas concretas: la versatilidad y el rendimiento. Esta opción es, sin duda, una gran herramienta debido a su capacidad de conversión, aunando todo lo bueno de los diferentes tipos de dron. Además, al poder recorrer grandes distancias gracias a la sustentación que le ofrecen las alas, consigue optimizar al máximo el rendimiento de la batería.

Por tanto, a la vista de los resultados obtenidos, esta opción se presenta como la mejor hasta el momento.

## 2.2.7 Plataforma de recarga mediante energías renovables. Análisis Pro-Con

Para esta última propuesta, se definen las siguientes ventajas:

- Responsable: esta idea respeta el medio ambiente.
- Simultaneidad: puede recargar varias aeronaves al mismo tiempo.
- Autonomía: el sistema es prácticamente autónomo, sin necesidad de tener un piloto cerca.
- Rotaciones: la plataforma permite que los drones estén rotando constantemente, reduciendo el deterioro y manteniendo siempre al menos una aeronave en el aire.

Sin embargo, además de las ventajas, el sistema cuenta con una serie de desventajas. Estas son:

- **Tamaño:** la plataforma requiere un área considerable (pero inferior a la superficie necesaria para la plataforma de intercambio de baterías).
- **Hardware:** consta de muchos elementos, que habrá que diseñar y testear.
- **Software:** requiere una programación bastante compleja para la asignación de tareas y control de tráfico aéreo.
- **Aterrizaje:** el sistema visual para el aterrizaje puede presentar problemas a la hora de desarrollar el software.

Se recogen todos los pros y contras en una tabla, con el fin de aplicar el “Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados”, obteniéndose la ponderación de cada una de estas ventajas e inconvenientes:

		Ventajas				Desventajas				Sumatorio	Ponderación
		Responsable MA	Simultaneidad	Autonomía	Rotaciones	Tamaño	Hardware	Software	Aterrizaje		
Ventajas	Responsable MA	-	0	0	0,5	0,5	0,5	0	1	2,5	9
	Simultaneidad	1	-	1	1	1	1	0,5	1	6,5	23
	Autonomía	1	0	-	0,5	1	1	1	0,5	5	18
	Rotaciones	0,5	0	0,5	-	1	0	0,5	1	3,5	13
Desventajas	Tamaño	0,5	0	0	0	-	0	0	1	1,5	5
	Hardware	0,5	0	0	1	1	-	0	0,5	3	11
	Software	1	0,5	0	0,5	1	1	-	1	5	18
	Aterrizaje	0	0	0,5	0	0	0,5	0	-	1	4
Total										28	100

Tabla 13: Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados para la Plataforma de recarga con energías renovables

Una vez obtenidas las ponderaciones en la Tabla 13, se comparan los pros y contras, obteniéndose la siguiente tabla:

Pro		Contra	
Responsable MA	9	Tamaño	5
Simultaneidad	23	Hardware	11
Autonomía	18	Software	18
Rotaciones	13	Aterrizaje	4
Total Pro	63	Total Contra	38
Total		25	

Tabla 14: Pros versus Contras en Plataforma de recarga con energías renovables

A la vista de los resultados obtenidos en la Tabla 14, se puede comprobar que esta propuesta es bastante prometedora, ya que ha alcanzado un valor de 25 puntos positivos. Esto se debe principalmente a las ventajas de simultaneidad y autonomía. Sin embargo, cabe destacar también la desventaja de necesitar desarrollar un software avanzado.

Con todo esto, esta opción se presenta como una de las mejores ideas a explorar.

### 2.2.8 Idea ganadora

Una vez analizadas todas las propuestas, se debe seleccionar aquella o aquellas que presenten un mayor potencial. Para eso, se recuerdan brevemente las puntuaciones obtenidas en cada uno de los casos estudiados.

- Sistema de detección de incendios: -7 puntos.
- Plataforma de intercambio de baterías: 7 puntos.
- Agricultura de precisión: 7 puntos.
- Drones para espectáculos: -11 puntos.
- Sistema disuasorio para aves: 7 puntos.
- Dron híbrido entre multirrotor y ala fija: 32 puntos.
- Plataforma de recarga mediante energías renovables: 25 puntos.

Parece lógico pensar que la mejor opción es la del Dron híbrido, pues es la que presenta una mayor puntuación. Por ello, los esfuerzos se centrarán en esta propuesta, sin dejar de lado la Plataforma de recarga mediante energías renovables.

Con el objetivo de aunar lo bueno de ambas propuestas, la empresa se podrá centrar en diseñar tanto el dron híbrido como la plataforma de recarga. De esta manera, se pretende abarcar un público mayor y, a su vez, satisfacer necesidades de los clientes que no podrían cubrir de forma individual.

Como añadido adicional, se podría estudiar la implementación de un sistema disuasorio par aves, integrándolo en el chasis del dron. Esta propuesta se revisará más adelante.

## 2.3 Estudio de mercado para la propuesta ganadora

Una vez se ha aplicado el método 635 para la generación de una gran cantidad de ideas, y se han estudiado realizando un análisis Pro-Con apoyado con el Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados, se ha obtenido una idea ganadora. En este apartado del documento, se describe de manera más precisa el producto que se va a ofertar, se estudian cuáles van a ser los clientes potenciales y se realiza una segmentación del mercado.

Seguidamente, se analizan los posibles competidores que puedan hacer frente al producto, valorando los puntos fuertes y débiles de la propuesta ganadora. Además, se estudia el tamaño que presentan cada uno de estos competidores en el mercado.

### 2.3.1 Descripción del producto

La idea con la que se va a trabajar es, principalmente, con el dron híbrido. A modo de recordatorio, este dron reúne las características de un dron multirrotor con las de un dron de ala fija. Para ello, el chasis se diseñará con el objetivo de ser lo más aerodinámico posible, es decir, lo más parecido posible al dron de ala fija. Los motores del dron deberán poder pivotar, colocándose en posición vertical para realizar despegues, aterrizajes y operaciones de precisión; y deberán poder colocarse en posición horizontal, permitiéndole al dron volar lo más rápido y eficiente posible.

Además del chasis y el sistema de propulsión, se puede incorporar una cápsula en su parte inferior, en la que trasladar mercancías de pequeño tamaño. Esta cápsula se diseñará específicamente para cada una de las labores que deba realizar. Por ejemplo, si se utiliza para transportar muestras de sangre, deberá estar aislada térmicamente del exterior. Si, en cambio, se utiliza para transportar kits de primeros auxilios, deberá tener capacidad suficiente para transportar el equipo básico, distribuyendo de manera uniforme el peso.

Para la entrega de pequeñas cargas, el dron podrá contar con dos opciones: descarga en el terreno y descarga desde el aire. Para la primera opción, el dron aterrizará a una distancia prudente del objetivo, y o bien dejará caer la carga, o esperará a que la retirasen manualmente. Para la segunda opción, el dron descenderá a una altura prudencial, y dejará caer la carga, ya sea sin amortiguación o con algún sistema que reduzca el impacto contra el suelo.

Este dron, junto con el sistema de descarga descrito, presentan unas características interesantes. Existen infinidad de tareas que puede realizar. Unos ejemplos son: carga de medicamentos, carga de kits de primeros auxilios para montañeros/esquiadores, carga de sistemas de guiado visual/auditivo, carga de sistemas de comunicación para situaciones de emergencia, etc.

Además de todo esto, se consideró la posibilidad de utilizar la plataforma de recarga mediante energías renovables para alimentar las baterías de las aeronaves. Esto permitiría realizar labores monótonas y repetitivas sin necesidad de que un piloto esté presente. Por ejemplo, serían de gran utilidad para la vigilancia de fincas, vigilancia de puertos deportivos o vigilancia de cotos de caza, entre otros.

El funcionamiento de esta plataforma es el siguiente: cuando un dron regresa para recargar la batería, la plataforma le asigna un punto de recarga libre, y dirige al dron al mismo, manteniendo una determinada altura. Seguidamente, apoyándose de las cámaras del dron y gracias a un sistema de guiado visual, la plataforma comienza a reducir la altura del dron, aproximándose lentamente a la zona de recarga. Una vez el dron aterriza, la plataforma ordena su apagado y comienza con el procedimiento de recarga a través de las patas o chasis del dron. Cuando la batería se encuentra completamente cargada, la plataforma enciende el dron, hace que ascienda a una determinada altura y le asigna la nueva ruta o tarea que debe realizar.

La energía que alimenta a esta plataforma se obtiene directamente del ambiente, con placas solares y aerogeneradores. Sin embargo, para situaciones en las que con estos sistemas no sea suficiente, la plataforma contará con una conexión a la red de distribución.

### 2.3.2 Clientes potenciales

Como se ha descrito anteriormente, las utilidades del sistema son muy variadas. Por ello, se hace necesario realizar una segmentación del mercado, poniendo el enfoque en aquellos clientes que se puedan mostrar más propensos a comprar este producto. Para llevar a cabo dicha segmentación, se partirá del conjunto de toda la

población y, añadiendo ciertas restricciones, se irá profundizando en conocer que clientes serán los principales, cuales serán los secundarios y cuales los terciarios.

### 2.3.2.1 Segmentación y clasificación de los clientes potenciales

En primer lugar, se describen los sectores fundamentales en los que podrá trabajar el dron. Así, será mas sencillo realizar la segmentación y encontrar los clientes potenciales. Estos sectores son:

- Transporte de mercancías.
- Labores de mapeado.
- Monitorización.
- Customización para diversas labores.

A continuación, se describen determinadas labores para las que el dron puede ser diseñado, en función de los sectores previamente descritos. Así, las aeronaves pueden ser utilizados para:

- Transporte de mercancías.
  - Recursos médicos para zonas remotas.
  - Reparto a domicilio de pequeños paquetes en zonas remotas.
  - Envío de botiquines en estaciones de esquí o puertos deportivos.
- Labores de mapeado.
  - Agricultura de precisión.
  - Explotación de minas.
  - Estudios topográficos.
- Monitorización.
  - Vigilancia en grandes superficies de terreno.
  - Prevención y control de incendios.
  - Inspección de tendidos eléctricos.
  - Inspección de campos solares.
- Customización para diversas labores.
  - Entrega de suministros a yates de lujo.
  - Labores de socorrismo en playas.
  - Sistemas de prevención de avalanchas.

Con este gran abanico de posibilidades, se pretende categorizar los posibles clientes potenciales en tres grupos: primarios, secundarios y terciarios. Se considerarán clientes potenciales primarios aquellos para los que el dron pueda llegar a ser una herramienta de trabajo fundamental. Se hablará de secundarios cuando o bien no sea fundamental, o el tamaño de mercado sea reducido. Por último, se definirán clientes potenciales terciarios aquellos que no supongan las fuentes principales de ingresos, pero tengan un tamaño de mercado considerable.

1. Clientes potenciales primarios: dentro de este grupo se van a distinguir distintos subgrupos.
  - a. Empresas con explotaciones agrarias: principalmente, para realizar estudios de agricultura de precisión. Para ello, el dron deberá transportar una cámara multiespectral y será necesario un software para la interpretación de los datos.
  - b. Empresas encargadas del mantenimiento y revisión de tendidos eléctricos: gracias a la capacidad de recorrer grandes distancias, podrá llevarse a cabo la inspección visual de tendidos eléctricos con gran rapidez, sin necesidad de emplear un helicóptero, lo que supondría un gran

riesgo para los trabajadores.

- c. Empresas o instituciones encargadas de la protección de parques naturales: el dron realiza labores de prevención y monitorización de incendios, así como labores de asistencia en la búsqueda de personas perdidas. Para ello emplearía una cámara térmica. Adicionalmente, podrá encargarse de enviar kits de primeros auxilios y elementos de comunicación a personas que hayan sufrido algún accidente.
  - d. Empresas o instituciones que realicen labores de asistencia y rescate: realiza las mismas tareas que las descritas en el punto anterior. Sin embargo, no va enfocado a parques naturales, sino a equipos de rescate, como pueden ser los cuerpos de bomberos o la UME (Unidad Militar de Emergencia).
  - e. Empresas o instituciones médicas de zonas rurales: principalmente, para el envío de muestra a un laboratorio, y posterior retorno de los resultados. En caso de que fuese necesaria alguna medicación, también podría utilizarse por las farmacias para el envío de fármacos bajo receta.
  - f. Empresas de seguridad y vigilancia: en grandes superficies de terreno, podrá ser utilizado como apoyo para las empresas de seguridad. Para ello, se adaptará el dron tanto para la vigilancia diaria como nocturna. Adicionalmente, puede incluirse alguna medida disuasoria, como botes de humo.
2. Clientes potenciales secundarios: se pueden distinguir distintos subgrupos dentro de este.
- a. Estaciones de esquí: el servicio que se prestaría es similar al de los parques naturales. Sin embargo, el número de estaciones de esquí en España y la superficie de estas es considerablemente menor al de estos parques naturales. Por ello se ha decidido incluirlo en clientes potenciales secundarios. El dron se encargaría de controlar los accidentes que ocurren en una estación de esquí, y ofrecerían apoyo a los usuarios, en caso de ser necesario, con botiquines o sistemas de comunicación.
  - b. Empresas con la necesidad de realizar pequeños envíos urgentes: principalmente se enfoca en regiones muy extensas con poca densidad de población. Para la entrega a domicilio de pequeños paquetes (inferiores a 5 kilogramos), se puede utilizar esta tecnología, evitando la compra de furgonetas y ahorrando kilómetros al repartidor. Las furgonetas de reparto pueden incluir uno o varios drones para agilizar el reparto. Estos drones volarán de manera 100% autónoma.
  - c. Empresas dedicadas a explotaciones mineras: para realizar estudios topográficos que permitan localizar terrenos potenciales para la explotación. También se puede emplear para el mapeado de la mina, supervisión de detonaciones y optimizado de rutas de transporte de material. Este dron va enfocado tanto a grandes empresas como a pequeñas explotaciones mineras.
  - d. Empresas ferroviarias: gracias a la capacidad de recorrer grandes distancias, el dron puede utilizarse para la supervisión de vías férreas, identificando posibles daños tanto en railes como en la red de distribución eléctrica. Además, en caso de avería de un tren, permite al centro de control visualizar el estado del tren, la catenaria y las vías en tiempo real, ayudando a identificar el problema con mayor rapidez.
  - e. Empresas energéticas que utilicen campos solares: la labor principal es la de revisar el estado de los paneles solares. Puede estudiarse la capacidad de transportar pequeños equipos de reparación a operarios, para facilitar las reparaciones y reducir el peso que deba cargar el trabajador. Como opción adicional, puede utilizarse el dron a modo de “sopla hojas”, lo que permitiría eliminar la capa de polvo que se deposita sobre estas placas a lo largo del tiempo.
3. Clientes potenciales terciarios: a continuación, se plantean algunos sectores potenciales.
- a. Empresas encargadas de puertos deportivos: puede emplearse tanto para labores de vigilancia de puertos como para apoyo a embarcaciones en situaciones de riesgo que se encuentren cerca del mismo. Otras labores pueden ser la búsqueda de personas ante naufragios o por caídas. Esta herramienta puede emplearse también en regatas, para realizar un seguimiento de la misma y retransmitir la competición en directo.

- b. Propietarios de yates de lujo: tanto para uso recreativo como para el envío de pequeñas mercancías, ya sea de yate a yate, de yate a tierra o de tierra a yate. También podrá utilizarse para realizar grabaciones cinematográficas del mismo, e incluso para la búsqueda de objetos que hayan caído al agua.
- c. Empresas dedicadas a realizar material cinematográfico: puede emplearse para realizar tomas cinematográficas para estudios de televisión. También puede ser utilizado para cubrir noticias desde el aire sin necesidad de utilizar un helicóptero.
- d. Eventos deportivos en grandes superficies de terreno: para cubrir grandes superficies grabando y retransmitiendo competiciones como el “Rally Dakar”, la “Volvo Ocean Race” o la “Vendée Globe”. En los dos últimos casos, los drones serán manejados directamente por parte de los tripulantes de las embarcaciones (como se hace actualmente).
- e. Particulares para uso recreativo: los drones se pueden customizar a gusto del consumidor, ya sea para uso recreativo como para uso profesional. Por tanto, presenta una ventaja competitiva fundamental, haciendo posible que cualquier persona pueda adquirir un dron que cumpla con sus necesidades.

### 2.3.2.2 Estimaciones de tamaño de mercado y número de adquisiciones

Una vez realizado el análisis de clientes potenciales, se procede a estudiar el número de estos que existen actualmente en el mercado. En la siguiente tabla aparecen, junto al tipo de cliente potencial, el tamaño actual del sector definido por la segmentación, el número medio de drones que se estima que se comprarán, y porcentaje de posibles compras por parte de estos sectores.

Los porcentajes de venta de drones se han estimado teniendo en cuenta el poder adquisitivo de los clientes, el tamaño del mercado y el nivel de uso que se les dará en sus respectivos sectores. Esto es así porque no se cuenta con un histórico de ventas de drones en este mercado. Como tampoco existe una empresa de estas características, no se pueden tomar valores de referencia. Por ello, las aproximaciones realizadas presentan una gran variabilidad. Estos datos se irán actualizando a medida que la empresa vaya desarrollando su actividad económica.

Con todo lo descrito anteriormente, y teniendo en cuenta las limitaciones descritas previamente, se obtiene la siguiente tabla:

Cientes potenciales	Sector	Tamaño estimado	nº de drones	Estimación de compra	Ventas estimadas
Primarios	Agricultura	2855	4	2%	228
	Tendidos eléctricos	3007	2	5%	301
	Parques naturales	132	8	10%	106
	Emergencias	143	2	5%	14
	Medicina	14160	1	4%	566
	Seguridad	2103	3	2%	126
Secundarios	Esquí	31	4	20%	25
	Mensajería	2927	10	10%	2927
	Minería	9	4	11%	4
	Ferrocarriles	116768	1	0,10%	117
	Energía solar	32	8	10%	26
Terciarios	Puertos	390	3	10%	117
	Yates de lujo	150	1	2%	3
	Cinematográfico	12500	1	1%	125
	Competiciones	15	10	20%	30
	Particulares	47100000	1	0,0025%	1178
Total					5892

Tabla 15: Estimación de ventas y tamaños de mercado (Fuente: [www.empresite.eleconomista.es](http://www.empresite.eleconomista.es))

A pesar de ser una estimación en la que los porcentajes de venta se han tomado a la baja, el número total de ventas en España resulta interesante. Además, al ser una tecnología en continua evolución, se puede deducir que la actividad de la empresa será continua en el tiempo.

Aunque los datos obtenidos son meramente orientativos, y no pueden ser tomados como ciertos, se puede estimar el tamaño aproximado que deben tener las instalaciones de producción de los drones. Conociendo las ventas totales de drones y el periodo de durabilidad de los mismos, se conocerá la tasa de producción que debe tener la empresa.

Para que esta tasa de producción vaya incrementando en el tiempo, debe garantizarse la fidelización de los clientes, con el objetivo de abastecerles continuamente de nuevas aeronaves. Para ello, deberá cuidarse especialmente la atención que se les brinda, así como las novedades que se les presentarán en los siguientes modelos de drones que la empresa saque a la venta.

### 2.3.3 Competidores

A continuación, se procederá a analizar la situación actual del mercado, tanto a nivel mundial como a niveles europeo y nacional. Para ello, se utilizará como apoyo el “Plan Estratégico para el desarrollo del Sector Civil de los Drones en España” [2], documento publicado por el Ministerio de Fomento del Gobierno de España.

#### 2.3.3.1 Tamaño y peso actual de mercado

Los datos oficiales del documento anteriormente citado muestran el gran potencial que presenta la Unión Europea en cuanto a fabricación de aeronaves no tripuladas. El “Plan Estratégico para el desarrollo del Sector Civil de los Drones en España” recoge los siguientes datos referentes a las empresas productoras de drones a nivel europeo.

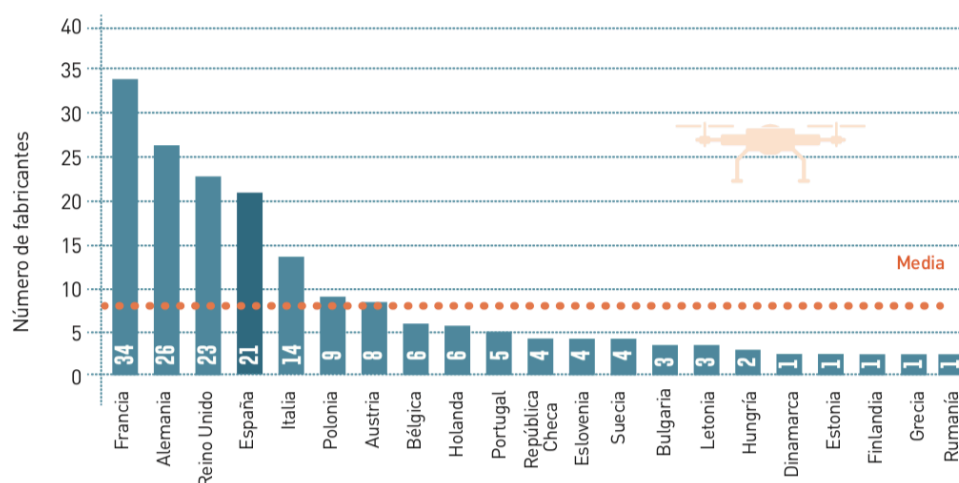


Figura 1: Número de fabricantes por países en la Unión Europea (Fuente: Plan Estratégico para el desarrollo del Sector Civil de los Drones en España, Ministerio de Fomento, Gobierno de España)

Como se puede observar, España se encuentra muy por encima de la media, por detrás de Francia, Alemania y Reino Unido. Gracias a la apuesta de estos países por la fabricación de aeronaves de recreo, Europa se encuentra únicamente por detrás de los Estados Unidos y China en materia de fabricación de drones. Por detrás de la Unión Europea se encuentran países como Israel o Suiza, que, a pesar de sus tamaños, representan una gran parte de la producción de aeronaves a nivel mundial.

Con lo que respecta a los tipos de drones que se producen, en el documento anteriormente citado se pueden encontrar los siguientes datos:



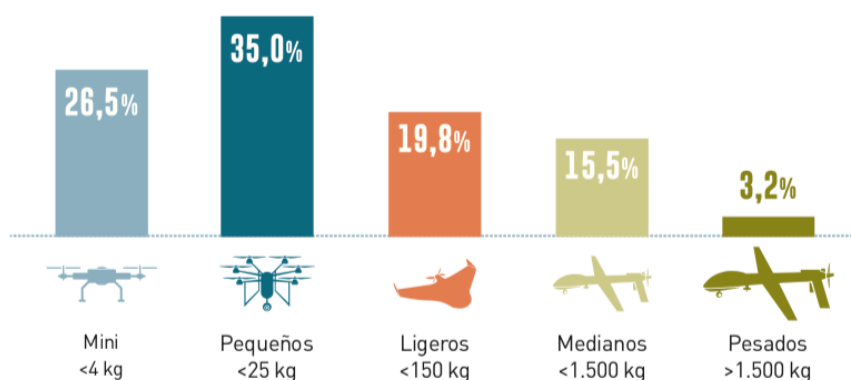


Figura 2: Categorías de drones (Fuente: Plan Estratégico para el desarrollo del Sector Civil de los Drones en España, Ministerio de Fomento, Gobierno de España)

Como era de esperar, la gran mayoría de drones fabricados a nivel mundial son de pequeño tamaño. Esto es así porque son capaces de realizar tareas que no requieren grandes instrumentos de manera óptima. Habitualmente, los drones de mayor tamaño (tanto ligeros como medianos y pesados), son aeronaves destinadas al uso militar. También cabría destacar la gran cantidad de drones de tamaño mini. Estos son drones que no requieren de ninguna licencia, y van fundamentalmente destinados al uso recreativo de particulares.

Según el “Plan Estratégico para el desarrollo del Sector Civil de los Drones en España”, publicado a finales de 2016 por el Ministerio de Fomento del Gobierno de España, existen más de 50 empresas dedicadas al diseño de aeronaves no tripuladas y de sus sistemas de control. El número de empleados que trabajan en estas empresas se distribuye de la siguiente manera:

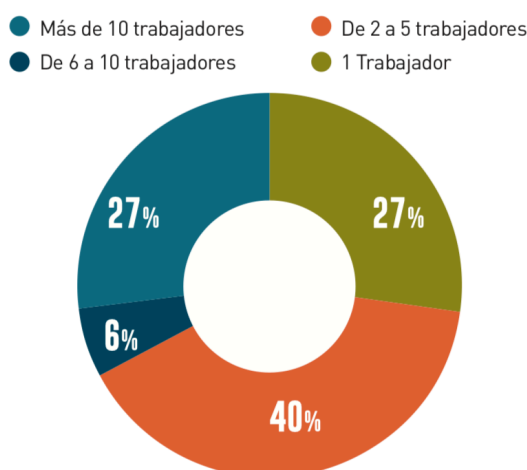


Figura 3: Número de empleados en empresas fabricantes de drones (Fuente: Plan Estratégico para el desarrollo del Sector Civil de los Drones en España, Ministerio de Fomento, Gobierno de España)

Como se puede observar en la Figura 3, el 73% de las empresas fabricantes de drones en España tienen menos de 10 empleados, el 67% menos de 5 y el 27% están constituidas por un único trabajador. Por tanto, se puede observar que la mayor parte de los fabricantes en España son microempresas y Pymes (Pequeña y mediana empresa). Esto significa que la inmensa mayoría de estas sociedades son de reciente creación, algo que tiene mucho sentido, puesto que la tecnología dron ha sido introducida recientemente en la sociedad civil.

A pesar de las numerosas empresas de fabricación de drones que existen en España, los propósitos para los que estas diseñan los drones son muy diferentes.

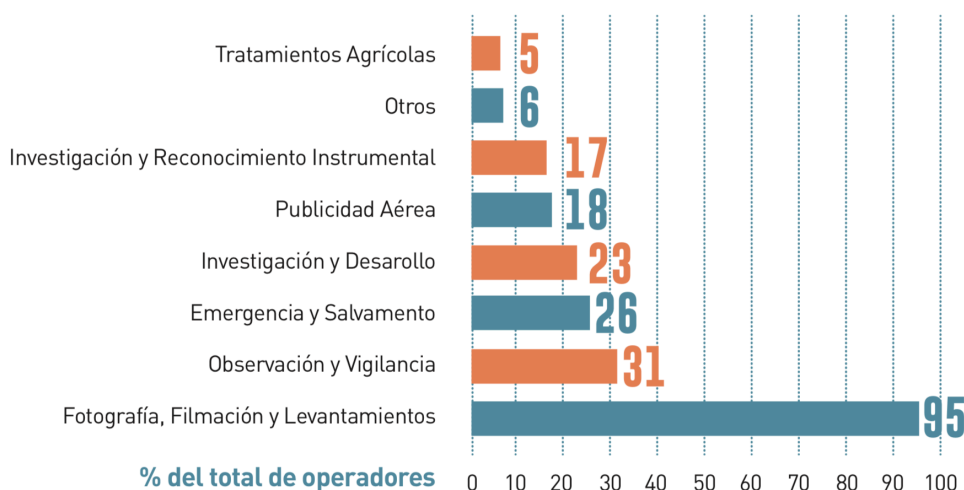


Figura 4: Resumen de actividad de operadores de drones (Fuente: Plan Estratégico para el desarrollo del Sector Civil de los Drones en España, Ministerio de Fomento, Gobierno de España)

A la vista de la Figura 4, la mayor parte de las actividades realizadas por los operadores de vuelo en España han sido labores de fotografía, filmación y levantamiento. Se puede observar además que, muy por debajo de ese 95%, se encuentran labores para las que el dron será diseñado, como son las tareas de observación y vigilancia, emergencia y salvamento o tratamientos agrícolas.

Esto puede ser una ventaja para la empresa, ya que cubre necesidades que no son el objetivo principal de los operadores de vuelo, permitiéndole crecer en esos sectores. Con esto en mente, se intentará abarcar la mayor fracción del mercado posible, con idea de llegar a ser una empresa de referencia a nivel nacional.

### 2.3.3.2 Principales empresas competidoras

Con lo que respecta a los productores extranjeros, pueden encontrarse grandes fabricantes de drones, que, en su gran mayoría, van dedicados al uso recreativo. Un claro ejemplo es la empresa china DJI, que fabrica drones multirrotor, o la empresa francesa Parrot.

La empresa DJI está especializada en, como se ha comentado antes, los drones multirrotor. Este fabricante diseña drones principalmente para uso particular, con aeronaves pequeñas, para las cuales no es necesaria si quiera una licencia de piloto de drones. Sin embargo, otro sector de la empresa está enfocado en la fabricación de modelos profesionales, capaces de realizar diversas tareas. Entre las distintas versiones que plantea, caben destacar dos: el MG-1P y el Inspire 2. El primer modelo destaca por su capacidad de cargar con hasta 10 kilogramos de carga para productos agrícolas. Además, el dron consta de difusores, con el objetivo de verter estos productos agrícolas lo más homogénea y rápidamente posible. El segundo modelo se caracteriza por la capacidad de cargar cámaras de gran tamaño, tanto para realizar tomas cinematográficas como para portar cámaras térmicas o de visión nocturna.



Ilustración 1: DJI MG-1P (Fuente: [www.dji.com](http://www.dji.com))



Ilustración 2: DJI Inspire 2 (Fuente: [www.dji.com](http://www.dji.com))

Esta empresa, gracias al enorme abanico de opciones que ofrece tanto para particulares como para profesionales, unido a los precios asequibles que ofertan, es considerada la mayor empresa de drones a nivel mundial. Hablando en cifras, según la consultora Frost & Sullivan, DJI llegó a alcanzar una cuota de mercado del 70% a nivel mundial a finales de 2016.

En Europa se localiza el segundo fabricante con mas cuota de mercado. La empresa Parrot fabrica drones tanto multirrotor de pequeño tamaño, como de ala fija. Una característica fundamental de esta compañía es que permite personalizar en gran medida sus productos. Un claro ejemplo es que, para un mismo chasis, presenta la posibilidad de: incluir una cámara de video común, incluir una cámara térmica o incluir una cámara multi-espectral, también producida por ellos.

Además, esta empresa permite pilotar el dron empleando un sistema FPV (First Person View), con el que se puede ver en primera persona todo el campo visual que tiene la aeronave. Con todo esto en mente, pretende hacer frente a los drones de gran tamaño que presentan sus competidores, ofertando aeronaves personalizables de pequeño tamaño que no requieran licencia de piloto.



Ilustración 3: Parrot ANAFI FPV (Fuente: [www.parrot.com](http://www.parrot.com))

Se debe destacar que la empresa senseFly, del grupo Parrot, es la encargada de diseñar los drones de ala fija enfocados al mundo profesional. Así, presentan el dron “eBee Plus”, que ofrece un amplio abanico de posibilidades y configuraciones, permitiendo realizar una gran variedad de servicios con una misma aeronave. Sin embargo, los modelos de drones de ala fija para uso recreativo son diseñados y producidos por Parrot. Este es el caso del “DISCO FPV”, un dron de ala fija de uso no profesional. Este modelo presenta una única cámara fija, por lo que sería complicado trabajar, aunque presenta un gran potencial para la grabación de videos no profesionales.



Ilustración 4: Dron eBee Plus de senseFly (Fuente: [www.sensefly.com](http://www.sensefly.com))



Ilustración 5: Dron DISCO FPV (Fuente: [www.parrot.com](http://www.parrot.com))

Parrot es considerada actualmente la segunda empresa de drones más potente a nivel mundial. La empresa francesa marca además el camino a seguir por parte de los fabricantes europeos, fortaleciendo de manera exponencial el sector en Europa.

Otras empresas menos conocidas pero que presentan grandes cuotas de mercado son, por ejemplo, la startup californiana 3D Robotics, diseñadora de una única aeronave. La característica fundamental de este dron es su robustez y durabilidad. La empresa, además de la venta de drones, oferta servicios especializados a sus clientes.



Ilustración 6: 3DR H520-G Drone (Fuente: [www.3dr.com](http://www.3dr.com))

A nivel nacional, se puede destacar la labor de DroneTools, un fabricante sevillano que diseña drones según las especificaciones ofrecida por los clientes. Esto le permite diferenciarse de las grandes productoras, que ofrecen drones con una baja capacidad de modificación y adaptabilidad. Por esta razón, será un competidor muy a tener en cuenta, tanto por la localización en la que se encuentra como por el servicio que ofrece, muy similar al que realizará la compañía de drones que se va a desarrollar.

## 3 DOCUMENTO DE DESARROLLO DE ESPECIFICACIONES

Este documento recoge el proceso de conversión de las necesidades que exponen los posibles clientes potenciales, en especificaciones que ha de tener el dron. Para ello, lo primero que se debe realizar es la creación de un cuestionario. En él, se recogen preguntas que permitan recoger las opiniones de los clientes sobre el producto, preguntándoles acerca de las tareas que deberá realizar, el tipo de carga que debería transportar e incluso la velocidad a la que debería volar la aeronave.

Una vez recogidos todos los datos, deben ser tratados para convertir las respuestas de los encuestados en necesidades o requisitos del producto. Además, estos requisitos deben priorizarse para que posteriormente sea posible su conversión a especificaciones del producto. Para esta priorización, se emplean tanto una Matriz de Preferencia como el Modelo Kano.

Para transformar las necesidades en especificaciones del producto, se emplea lo que se conoce como Matriz de Enlace. En ella se muestran las relaciones entre las distintas necesidades, obteniéndose una prioridad para cada indicador. Con estas métricas, se realizan comparaciones con productos de la competencia a través del Benchmark Técnico y el Análisis Competitivo.

Por último, en este bloque se realizan también un modelo técnico. En él, se definen, de la manera más exacta posible, los componentes que constituyen el dron, indicando sus dimensiones lo más objetivamente posible.

Con toda esta información, se obtiene la lista de especificaciones que debe tener el producto, priorizadas de la forma más objetiva posible.

### 3.1 Proceso de recogida de datos

En este apartado, se debe diseñar un formulario para obtener información objetiva de los posibles clientes potenciales. Debe ser un documento fácil de entender por todo el mundo, por lo que se hará una breve descripción del producto a evaluar. Además, es recomendable que el cuestionario no sea muy extenso, y pueda realizarse en un breve intervalo de tiempo.

Teniendo estos puntos en mente, se realiza un documento de 10 preguntas, donde se incluyen cuestiones sobre las funciones que realiza el dron, las características más importantes, como batería o carga, y requisitos que debe cumplir para realizar ciertas tareas. Además, se incluye una pregunta en la que se le permite a los encuestados dejar sugerencias, ideas sobre el dron o comentarios acerca del cuestionario.

#### 3.1.1 Perfiles de clientes

Con el objetivo de obtener el mayor número de respuestas posibles, se ha decidido encuestar a un gran número de personas que no son necesariamente clientes potenciales del producto. Sin embargo, se les planteará distintos escenarios, en los cuales se les explica para qué se va a utilizar el dron. Así, se pueden obtener un gran número de respuestas, puesto que está enfocado a todo el mundo, y es fácil de difundir por diversos canales.

Dentro del grupo de personas encuestadas, la mayor parte de ella (en torno al 70%) es gente joven, de entre 18 y 30 años. Este grupo conoce mejor el funcionamiento de los drones, por lo que tienen un punto de vista muy a tener en cuenta. Además, se caracteriza por ser un grupo innovador y creativo, muy conectado con las nuevas tecnologías y concienciado con el cuidado del medio ambiente. Esto casa muy bien con la misión de la empresa.

El resto de encuestados (30%), son personas mayores de 30 años. A pesar de poder tener menos conocimientos acerca de los drones, muchos de los encuestados de este grupo tienen empresas propias, o trabajan para empresas de servicios y tecnológicas. Por ello, se ha determinado que este conjunto de encuestados es igual de importante que el anterior. Con ello, evitamos hacer distinciones a la hora de analizar las respuestas, con lo que se facilita enormemente el análisis de los datos.

Una vez se han detallado los perfiles de clientes, se deberán establecer las herramientas que se aplicarán para la recogida de datos.

### 3.1.2 Herramientas para la recogida de datos

Como herramienta principal para la recogida de datos, se decidió crear un formulario a través de la plataforma Drive. El objetivo de emplear una plataforma como Google es que permite llegar a un gran número de personas a través de una única web.

Además, se considera que esta plataforma es adecuada para el producto que se desea diseñar, ya que proporciona una toma de contacto directa con posibles clientes potenciales futuros de manera ágil y sencilla. Por otra parte, esta medida nos permite entrevistar a un gran número de individuos, ya que se puede reenviar de manera sencilla por distintos canales, como WhatsApp o Instagram. Con ello, se puede llegar a entrevistar a una gran diversidad de perfiles empleando una única herramienta.

El objetivo principal de realizar las encuestas virtualmente es el de obtener el mayor número de respuestas posibles, pero también se busca la rapidez en la recolección de estos datos. Con esto en mente, se diseñan las preguntas de manera que sean fáciles de entender, rápidas de responder y que no requieran demasiado esfuerzo por parte de los encuestados. Así, el formulario se responde en un par de minutos, evitando aburrir al encuestado y aumentando las posibilidades de que este comparta la encuesta en sus círculos de confianza.

En el siguiente apartado, se define la estructura que sigue este formulario, así como cada una de las preguntas y sus posibles respuestas.

### 3.1.3 Documentación

Para la obtención de requisitos o necesidades de nuestros posibles clientes potenciales, se ha diseñado un cuestionario de 10 preguntas cortas, fácil de entender y resolver. La idea principal es que cualquier persona pueda responderlo, tenga o no conocimientos a cerca del funcionamiento de los drones. Por ello, las preguntas han sido diseñadas de manera clara y sencilla, explicando determinadas cuestiones que se consideran necesarias.

Previo a las 10 preguntas, se ha decidido incluir una breve descripción de para qué es el cuestionario y sobre qué se va a preguntar. Así, se garantiza que el encuestado comprenda que es lo que debe hacer y como debe enfocar las preguntas, teniendo en mente el producto que se le presenta. Esta descripción se realiza con un carácter informal y cordial, para una mejor conexión con los entrevistados.

Para facilitar el trabajo a las personas encuestadas, además, se adjuntan un par de imágenes con diseños simples del dron. De esta forma, será más sencillo transmitir el concepto de producto que se quiere analizar, obteniendo mejores resultados en la encuesta.

A continuación, se muestra la descripción que se realizó para la encuesta:

“¡Hola! Estoy realizando una encuesta para mi Trabajo de Fin de Grado y necesito vuestra ayuda. ¿Podéis responderme a estas preguntas? Son 10 cuestiones de selección de opciones y no os llevará mas de 2 minutos. A mi me ayudaréis muchísimo. Además, con esto de la cuarentena seguro que podéis encontrar un ratillo para responder las preguntillas.

Se os va a preguntar acerca del dron que se ve en las imágenes. Es un dron con la capacidad de despegar y aterrizar de forma vertical, y volar de manera horizontal. Esto quiere decir que despegas y aterrizas como un helicóptero, y recorre distancias volando como un avión.

Por eso, veis que tiene motores y hélices como un dron normal, pero la forma del chasis se asemeja a un avión, para poder desplazarse planeando.

¡Gracias a todos!”

Seguidamente, se muestran todas las preguntas incluidas en el cuestionario, con sus posibles respuestas:

“1. Si tuviese que comprarse un dron, ¿qué le gustaría que pudiese hacer?

- a) Cargar objetos.

- b) Llegar más lejos.
  - c) Vuelo autónomo (sin piloto).
  - d) Batería de larga duración.
2. ¿A qué destinaría un dron como el anteriormente descrito?
- a) Mejorar la producción agrícola.
  - b) Prevención y control de incendios.
  - c) Vigilancia de terrenos.
  - d) Primeros auxilios a personas (envío de botiquines).
3. Referente a la seguridad, ¿qué preferiría?
- a) El dron vuele de forma autónoma.
  - b) Cuento con sistema disuasorio para aves (evitar ataques).
  - c) Si se cae, que lo haga de manera controlada, evitando causar daños.
  - d) Se comunique con otras aeronaves para evitar colisiones.
4. Referente a la carga de objetos, ¿qué preferiría?
- a) Cargar objetos muy pesados en distancias cortas.
  - b) Cargar pesos medios y distancias medias.
  - c) Cargar pesos pequeños en grandes distancias.
5. Referente a la duración de vuelo, ¿qué preferiría?
- a) Gran duración, con cargas de pequeño tamaño, optimizando la batería y moderando la velocidad.
  - b) Media duración, con cargas de tamaño medio y velocidad media-alta.
  - c) Corta duración, con cargas de gran tamaño y máxima velocidad.
6. Si utilizase el dron para mejorar la producción agrícola, ¿qué considera más importante?
- a) Cargar con buenos equipos de medidas.
  - b) Duración de la batería.
  - c) Tamaño del terreno a analizar (distancia de vuelo).
  - d) Cargar con varias cámaras.
7. Si utilizase el dron para prevención y control de incendios, ¿qué considera más importante?
- a) Materiales resistentes a altas temperaturas.
  - b) Cámaras infrarrojas para detectar fuegos.
  - c) Cargar con material antiincendios (pequeños extintores).
  - d) Retransmisión en directo a los equipos de emergencia (bomberos).
8. Si utilizase el dron para la vigilancia de grandes terrenos, ¿qué preferiría?
- a) Mucho tiempo de vuelo.
  - b) Cámaras de visión nocturna y normal.
  - c) Sistema de seguimiento de objetivos.
  - d) Sigilo.
9. Si utilizase el dron para ayudar a personas en situaciones de peligro, ¿qué preferiría? (Suponga en este caso que estamos frente a un accidente en una zona de montaña.)
- a) Cargar con kit de primeros auxilios.
  - b) Cargar con sistemas de comunicación con equipos de emergencia.
  - c) Sistema de guiado para personas perdidas.
  - d) Búsqueda de rutas de acceso para los equipos de emergencia.
10. ¿Tiene algún comentario, sugerencia o idea que quiera compartir? Déjemela por aquí:”

Como se puede observar, las dos primeras preguntas son de carácter general. Con ellas se busca conocer que labores o trabajos prefieren los clientes potenciales. Esta información será clave en el futuro para enfocar los



diseños y especificaciones a los trabajos más seleccionados.

El segundo grupo de preguntas recoge desde la tercera hasta la quinta. Este conjunto de cuestiones hace referencia a características generales que presentan la mayoría de los drones. En ellas se presentan distintas configuraciones y se pide que seleccionen cual creen más conveniente.

Desde la cuestión sexta hasta la novena se presentan distintos trabajos específicos para los que puede estar destinado el dron, y se pide que seleccionen qué característica o requisito consideran importante para desempeñar dicha labor.

La cuestión final, es opcional. En ella se buscan los comentarios de los entrevistados acerca del formulario, así como ideas o comentarios acerca del producto descrito.

#### **3.1.4 Proceso de Recogida**

El proceso de recogida se realiza automáticamente a través de la plataforma Google Drive, por lo que no es necesaria ninguna otra herramienta. Según se van acumulando respuestas, el formulario va mostrando gráficas con los porcentajes acumulados de cada una de las respuestas. Estos datos son de gran utilidad, por lo que serán analizados en puntos posteriores.

## 3.2 Lista de Necesidades

Dentro del desarrollo de especificaciones de un producto, pueden definirse dos etapas bien diferenciadas. La primera es la de identificación de requisitos de los clientes, y la segunda se encarga de determinar las especificaciones del producto.

Para localizar los requisitos o necesidades de los clientes, se ha realizado todo el proceso de recogida de datos (Apartado 3.1). En este proceso, se estudió los clientes a los que se iba a entrevistar, se analizaron las distintas herramientas para obtener los datos requeridos y se procedió a la recogida de datos en si misma.

A continuación, se extraen los requisitos de la encuesta realizada, organizándolos y priorizando aquellos que se hayan considerado de mayor importancia. Esto evita trabajar con un gran número de necesidades, eliminando aquellas que resulten irrealizables, planteen grandes dificultades técnicas o, simplemente, no se consideren relevantes.

### 3.2.1 Obtención de requisitos

Un punto importante a tener en cuenta es que los requisitos deben expresarse en función de lo que el producto debe hacer, y no tanto en como debe realizarlo.

Para extraer los requisitos, es necesario analizar las respuestas de los clientes al cuestionario. Por ello, a continuación, se exponen los diagramas con el reparto de las elecciones que hicieron los encuestados en cada una de las preguntas. Además, se irán comentando los resultados obtenidos, comparando las distintas necesidades que pueden extraerse en cada cuestión.

#### 3.2.1.1 Primera pregunta:

Si tuviese que comprarse este dron, ¿qué le gustaría que pudiese hacer?

173 respuestas

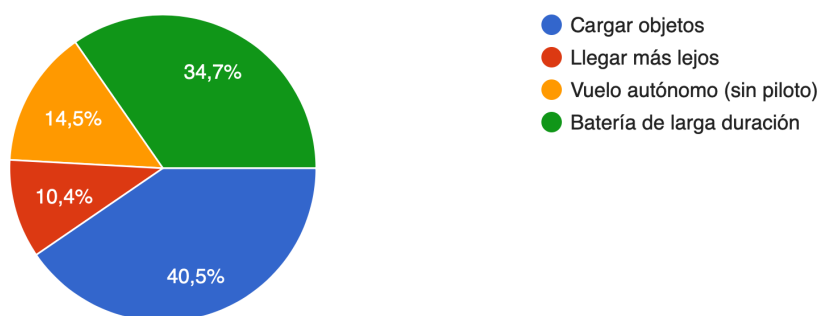


Figura 5: Respuestas a la pregunta 1

Esta primera pregunta planteaba distintas funciones generales que podría desempeñar el dron. Como se puede observar en la Figura 5, hay dos características que destacan enormemente sobre el resto. La primera es la capacidad del dron de cargar objetos. El 40,5% de los encuestados señaló esta opción, puesto que permite aumentar en gran medida la variedad de funciones que un dron puede desarrollar. La segunda respuesta más seleccionada, con un 34,7% de los votos, es que el dron incorpore una batería de larga duración. Aquí también se incluye, de manera indirecta, un estudio para aumentar lo máximo posible el rendimiento de las baterías, quedándose fuera de la cuestión el sistema de recarga.

Las dos opciones restantes no presentan un gran interés frente a las descritas anteriormente. Esto se ve en la Figura 5, donde la capacidad de volar de forma autónoma engloba únicamente el 14,5% de las respuestas, y la

posibilidad de realizar trayectos más largos solo supone el 10,4% de las decisiones de los encuestados. Sin embargo, se seguirán teniendo en cuenta a la hora de diseñar el dron, asignándoles una prioridad inferior.

### 3.2.1.2 Segunda pregunta

¿A qué destinaría un dron como el anteriormente descrito?

173 respuestas

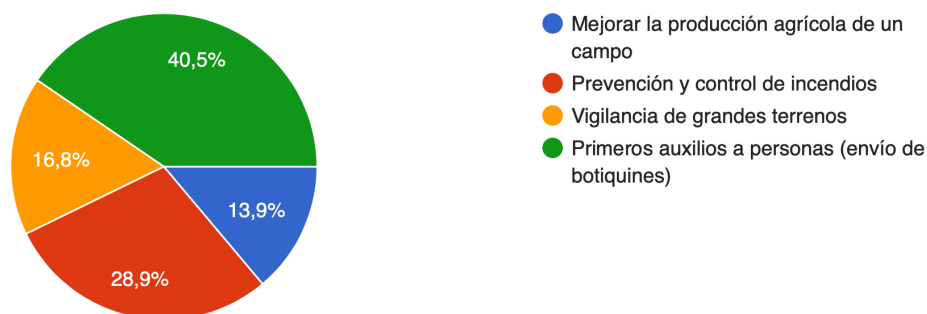


Figura 6: Respuestas a la pregunta 2

En la segunda pregunta, se continuaba con las cuestiones de carácter general. En este caso, se le preguntaba a los encuestados acerca de las labores que podría desempeñar un dron como el que se les mostraba. Destaca, principalmente, la habilidad de enviar kits de primeros auxilios a personas que hayan sufrido un accidente. Esto presenta un gran abanico de posibilidades, permitiendo realizar una primera intervención de manera rápida, en zonas remotas o de difícil acceso (montañas, autovías, parques naturales, etc.).

La segunda opción que más seleccionaron los encuestados fue la de trabajar en labores de prevención y control de incendios. Como se ve en la Figura 6, el 28,9% de los encuestados seleccionaron esta opción frente al resto. Esta capacidad ayudaría a los equipos de emergencias actuar sobre los focos de un incendio, y permitiría el control y monitorizado del mismo, así como la búsqueda de personas o animales que se encuentren en peligro, e incluso la localización de rutas de acceso más favorables hasta el fuego.

Con respecto al resto de opciones, encontramos los siguientes datos: el 16,8% de los encuestados optó por labores de vigilancia de grandes terrenos, y el 13,9% apostó por mejorar la producción agrícola. Sin embargo, los encuestados que seleccionaron estas opciones fueron, en su mayoría, personas que trabajan en una cooperativa de aceitunas, por lo que no descartaremos estas dos opciones a la hora de establecer las especificaciones.

### 3.2.1.3 Tercera pregunta

Referente a la seguridad, ¿qué preferiría?

173 respuestas

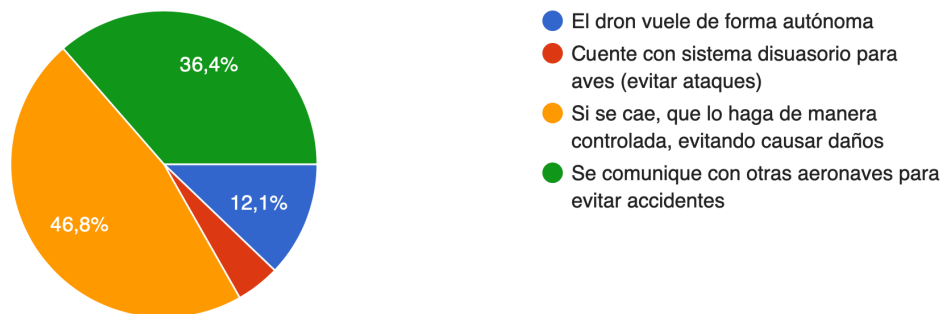


Figura 7: Respuestas a la pregunta 3

La tercera pregunta se centra en el aspecto de la seguridad, dejando de lado las cuestiones generales. En ella, se plantean distintos sistemas que eviten o reduzcan el riesgo de accidentes. Destaca principalmente una de ellas, que recoge prácticamente la mitad de las decisiones de los encuestados (con un 46,8%). Como se puede observar en la Figura 7, la opción más votada es aquella que, en caso de que el dron tenga problemas para mantenerse en el aire, caiga de manera controlada, evitando causar daños o desperfectos en su caída. Al tener un porcentaje tan elevado de respuestas, consideraremos que este requisito será de gran importancia en la priorización de los mismos.

Otro sistema que también presenta un gran porcentaje de las elecciones es dotar al dron de un sistema de comunicaciones con aeronaves. De esta manera, se podrá trabajar con varios drones de forma cooperativa, evitando posibles colisiones. Además, los drones podrán comunicarse con aeronaves de mayor tamaño que sobrevuelen las zonas de trabajo, permitiendo que sus pilotos puedan conocer en todo momento lo que ocurre a su alrededor.

Que el dron vuele de forma autónoma, es decir, sin piloto, no ha transmitido la suficiente confianza a los entrevistados como para que estos la escogiesen como una medida de seguridad adecuada. Tan solo el 12,1% de los encuestados marcó esta opción como viable.

Por último, el 4,8% de los encuestados apostó por el sistema disuasorio de aves. Este sistema, como se ve en la Figura 7, apenas se ha considerado como una primera opción en lo que a la seguridad se refiere. Por ello, no tendrá apenas importancia a la hora de priorizar los requisitos.

### 3.2.1.4 Cuarta pregunta

Referente a la carga de objetos, ¿qué preferiría?

173 respuestas

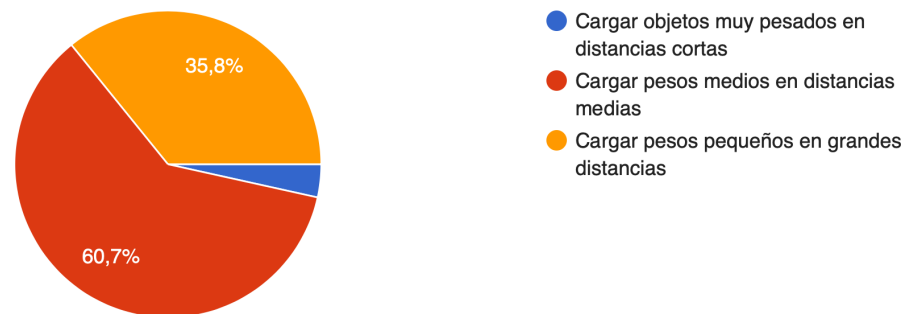


Figura 8: Respuestas a la pregunta 4

En esta cuestión se hacía referencia a la capacidad de carga de objetos del dron. De los tres casos expuestos, dos abarcan la inmensa mayoría de respuestas por parte de los encuestados.

Los resultados de la Figura 8 muestran que aproximadamente dos tercios de los encuestados optaron por la solución intermedia, es decir, escogerían un dron capaz de cargar cargas de pesos medios durante unas distancias medias. Esto permitiría cargar con equipos de grabación, de medición y paquetes de tamaño medio.

Sin embargo, se debe destacar también que más de un tercio de los encuestados (el 35,8%), decidió optar por un dron con capacidad de carga más reducida, pero que sin embargo pudiera recorrer distancias mayores de las habituales.

La ultima opción es la de cargar objetos o herramientas de gran tamaño durante pequeñas distancias. Esta respuesta fue descartada prácticamente por la mayoría de los 173 encuestados, siendo seleccionada tan solo por 6 de ellos (un 3,5% del total). Basándose en el diseño preliminar del dron y las labores que debería realizar, es lógico pensar que el producto que se les exponía no estaba diseñado para estas tareas.

### 3.2.1.5 Quinta pregunta

Referente a la duración de vuelo, ¿qué preferiría?

173 respuestas

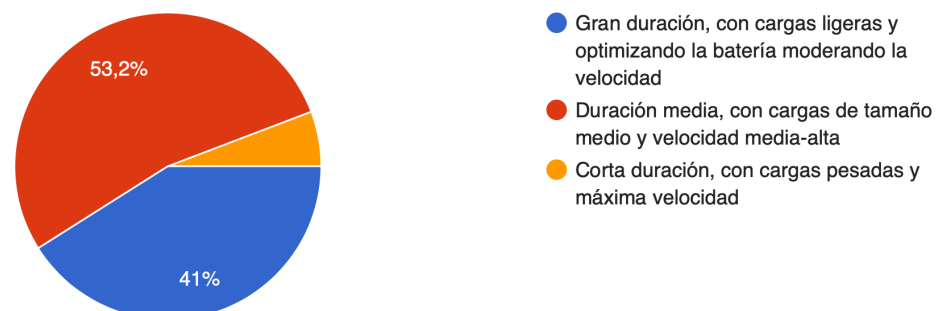


Figura 9: Respuestas a la pregunta 5

Esta pregunta presenta una gran similitud con la anterior. En ella, se les pide a los encuestados escoger entre tres opciones: que el dron recorra grandes distancias, que la duración del tiempo de vuelo sea media, o que el dron realice trayectos de poca duración. Estas opciones presentan una serie de limitaciones y posibilidades frente al resto. Así, para una larga duración, se debe optimizar el uso de la batería, lo que puede implicar la necesidad de moderar la velocidad. Además, las cargas que debe transportar no deberán ser de gran tamaño. Para un tiempo de vuelo medio, se podrán cargar paquetes o herramientas de tamaño mayor que el anterior, y podrá viajar con una velocidad mayor a la del caso anterior. Por último, un tiempo de vuelo corto puede venir impuesto por la carga de elementos pesados, así como por una velocidad de vuelo muy elevada.

Como se puede apreciar en la Figura 9, los resultados que se obtienen son muy similares a los de la pregunta anterior. En este caso, vuelven a predominar dos de las tres posibles respuestas, abarcando aproximadamente el 95% de los resultados.

Al igual que en el caso anterior, la opción más escogida por los encuestados ha sido la situación intermedia, es decir, la de conseguir un dron con un tiempo de vuelo de duración intermedia. Esta opción ha sido escogida por el 53,2% de los entrevistados. Esto permitiría al dron cargar con elementos de peso moderado, transportándolo a gran velocidad.

En cuanto a la opción de tiempos de vuelo de gran duración, cabe destacar que presenta una gran importancia, con un 41% de los votos. Esta capacidad permitiría el transporte de pequeños elementos a lo largo de grandes distancias. En este caso, para optimizar la batería, la velocidad se regulará en función de la urgencia del paquete.

Como ocurría en el apartado anterior, la opción de corta duración ha tenido poco éxito entre los participantes. Tan solo fue seleccionada por el 5,8% de los encuestados. Esto puede deberse a las causas que motivan la corta duración del tiempo de vuelo, como son la carga de elementos muy pesados o los viajes a gran velocidad. Por tanto, a la hora de priorizar requisitos, este presentará una baja importancia.

### 3.2.1.6 Sexta pregunta

Si utilizase el dron para mejorar la producción agrícola, ¿qué considera más importante?

173 respuestas

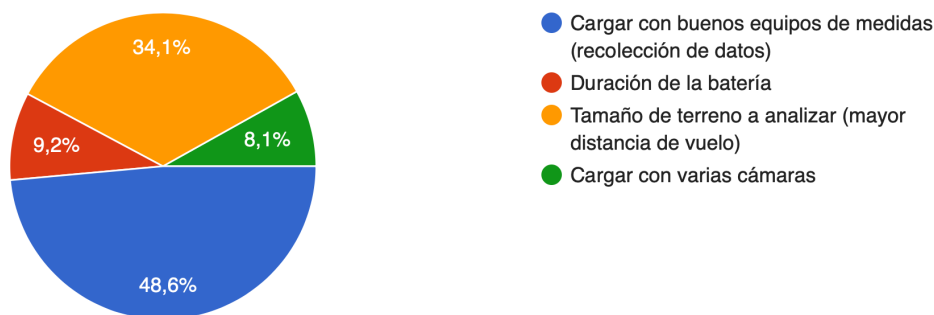


Figura 10: Respuestas a la pregunta 6

Con esta pregunta se ahonda en los posibles trabajos que podría desempeñar el dron. Para ello, se describe una labor que la aeronave puede realizar, y se les pregunta a los participantes sobre qué características o elementos consideran más importantes para desempeñar dichas labores.

En esta primera pregunta de esta serie de cuestiones, se les plantea el uso del dron para mejorar la producción agrícola de unos terrenos. Sorprende sobre todo una de las cuatro opciones, ya que ha obtenido prácticamente el 50% de las decisiones.

La opción más factible según los encuestados es, sin duda, la de cargar con equipos de medición que permitan obtener información detallada sobre el terreno. Para ello, entre otras, debería cargar con una cámara multiespectral, con el objetivo de comprobar si el regado de los cultivos es eficiente. Este tipo de equipos no son

de gran tamaño y tienen un peso ligero o medio, lo que le permitiría al dron barrer grandes distancias con una sola carga de la batería.

Otra característica muy importante según los encuestados es la de poder recorrer grandes distancias para realizar estas mediciones. Esta propuesta casa bastante bien con la anterior, por lo que no es de extrañar que hayan resultado las ganadoras, abarcando un 82,7% de los votos entre ambas.

Esto, sin embargo, resta importancia a factores como la duración de la batería (con un 9,2% de las respuestas), o a la carga con varias cámaras (con un 8,1% de las mismas).

### 3.2.1.7 Séptima pregunta

Si utilizase el dron para la prevención y control de incendios, ¿qué considera más importante?

173 respuestas

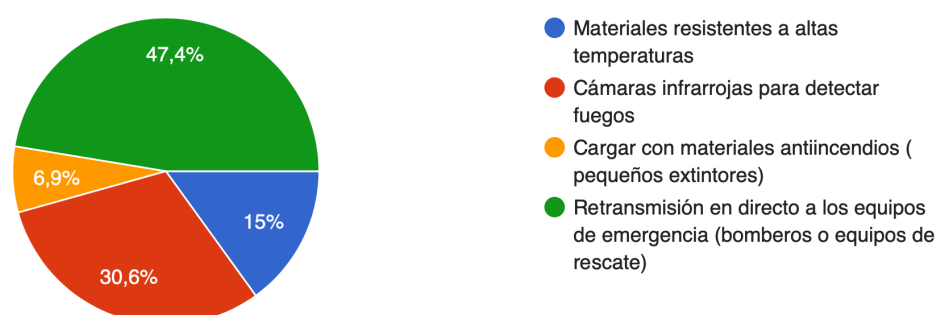


Figura 11: Respuestas a la pregunta 7

En esta pregunta, se les plantea que el dron realice labores de prevención y control de incendios. Para ello, las opciones que se dan a los encuestados hacen referencia tanto a características que debería tener una aeronave de este estilo, como labores que debe desempeñar e instrumentos que debe transportar.

Con cerca de la mitad de los votos (el 47,4%), la característica más seleccionada por los encuestados es la de retransmitir en directo a los equipos de emergencia todo lo que está ocurriendo en el lugar del incendio. Con esta herramienta, se pueden localizar rutas de acceso, estimaciones de avance de las llamas y monitorizado en tiempo real de toda la operación de extinción. Con esto, se busca reducir el peligro al que se someten los equipos de bomberos, reducir el tiempo de actuación y controlar posibles zonas que corran peligro en los alrededores.

La segunda respuesta más seleccionada hace referencia a cámara infrarrojas para detectar el fuego. Estas cámaras permiten controlar mejor donde se encuentran los focos del incendio, y además permitirían localizar a personas o animales que se encuentren en una situación de peligro. Por ello, el 30,6% de los encuestados optó por esta opción, como se puede ver en la Figura 11.

Además, el 15% de los encuestados opinó que lo más importante a la hora de realizar labores de prevención y control de incendios, era que el dron estuviese fabricado con materiales que resistiesen altas temperaturas. A esto, se sumaron algunos comentarios que indicaban que, además de a las altas temperaturas, debería ser completamente hermético, ya que las cenizas originadas por el fuego podrían provocar fallos en el sistema.

Lo que creyeron menos conveniente los entrevistados fue que el dron cargase con cargas antiincendios. Tan solo el 6,9% seleccionó esta opción como un requisito importante para una aeronave de estas características.

### 3.2.1.8 Octava pregunta

Si utilizase el dron para la vigilancia de grandes terrenos, ¿qué considera más importante?

173 respuestas

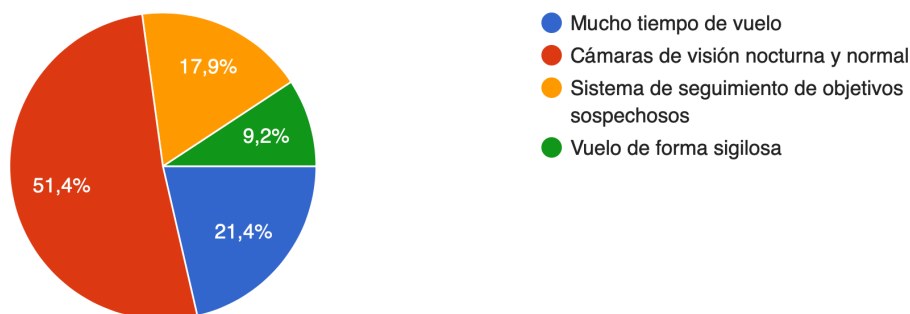


Figura 12: Respuestas a la pregunta 8

En lo referente a la utilización de drones para la vigilancia de grandes terrenos y superficies, destaca que el 51,4% de las personas encuestadas seleccionó como mejor opción el uso de cámaras de visión nocturna y diurna. Por ello, se considera prácticamente indispensable que una aeronave de seguridad contenga estos elementos.

Además, encontramos dos grupos de respuestas muy similares, que conforman aproximadamente el 40% de las respuestas obtenidas. En el primero, el 21,4% de los encuestados considera que lo más importante a la hora de realizar labores de vigilancia es la autonomía de la batería, lo que se traduce en un gran tiempo de vuelo. Sin embargo, el 17,9% de la población indicó que sería más conveniente implementar un sistema de seguimiento de objetivos sospechosos. Debido a la similitud en los porcentajes de estos grupos, se considerarán prácticamente igual de importantes a la hora de priorizar los requisitos de la aeronave.

Por último, como se puede observar en la Figura 12, el 9,2% de las respuestas apuntaba a que lo mejor sería dotar al dron de un sistema de vuelo sigiloso. A pesar de ser el grupo menos votado, y a causa de las limitaciones a una sola respuesta del cuestionario, muchos participantes indicaron que sería muy interesante esta medida como un sistema secundario, permitiendo mejorar la efectividad de la aeronave en las labores de vigilancia y control.



### 3.2.1.9 Novena pregunta

Si utilizase el dron para ayudar a personas en situaciones de peligro, ¿qué considera más importante? (Suponga que estamos frente a un accidente en una zona remota de montaña)

173 respuestas

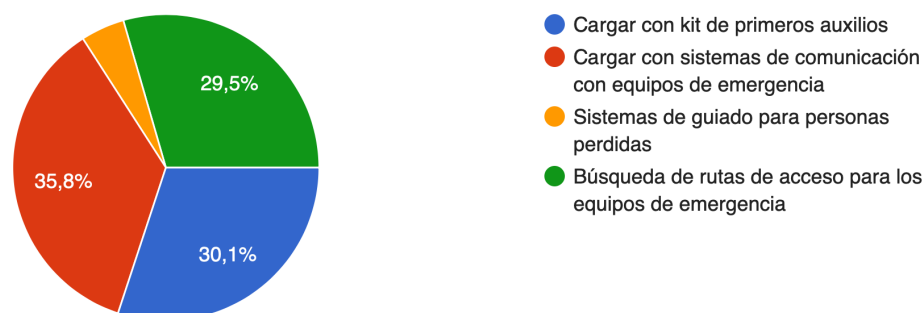


Figura 13: Respuestas a la pregunta 9

Con lo que respecta a la última pregunta enfocada a las labores que puede realizar el producto, encontramos la de ayuda y socorro a personas en situaciones de peligro. Sorprende que tres de las cuatro propuestas presentan unos porcentajes muy similares (en torno al 30% cada una). Esto puede mostrar que las tres opciones son igual de importantes para un dron de salvamento.

Dentro de estas tres opciones similares, encontramos la de cargar con sistemas de comunicaciones con los equipos de emergencia, como por ejemplo una baliza y un sistema de radio. Esto permite localizar a la persona o personas accidentadas, y hacer una primera evaluación del estado en el que se encuentran. Esto, unido a las imágenes aportadas por el dron previas al aterrizaje, aportarían una información fundamental a los equipos de rescate. Por todo esto, no es de extrañar que el 35,8% de los participantes seleccionasen esta opción como la mejor de las cuatro.

Otra respuesta muy valorada se corresponde con la de cargar con kits de primeros auxilios para los enfermos. Esto permite, por un lado, aportar una ayuda de forma rápida previa a la llegada del equipo de rescate, y por otra liberar de peso a los integrantes de este grupo de salvamento. Además, se comentó la posibilidad de cargar también con agua y algo de alimento, para zonas de muy difícil acceso.

La tercera opción más votada, con un 29,5% de respuestas, se centra en implantar un sistema de búsqueda de rutas de acceso para los equipos de emergencia, de manera que facilitase la llegada y redujese el tiempo de actuación de los equipos de rescate.

Con todo esto en mente, podría utilizarse el mismo dron para transportar el kit de emergencias y el sistema de comunicaciones, y emplear una segunda aeronave para localizar la mejor ruta de acceso al lugar del accidente.

Además de estas tres opciones, el 4,6% de los encuestados pensó que sería viable un sistema de guiado para personas perdidas. No obstante, esto sólo sería posible siempre y cuando los accidentados o personas perdidas pudiesen caminar sin problema.

### 3.2.1.10 Décima pregunta

Esta última cuestión recoge las opiniones, comentarios e ideas de los encuestados. Con ello se busca completar la recogida de datos, obteniéndose ciertos requisitos que no hayan sido contemplados en cuestiones anteriores. Por ello, esta pregunta permite desarrollar las respuestas, de manera que se pueda transmitir la información de la manera más clara y precisa posible.

Muchas de las respuestas a esta pregunta final eran comentarios acerca de la encuesta. En ellos, se comentaba la posibilidad de permitir la selección múltiple a una misma pregunta. Los encuestados argumentaron que una de

las opciones no tiene por qué ser excluyente de otras respuestas.

Otro grupo de respuestas hacían referencia a las labores que hacen actualmente los drones, comentando su creciente utilidad en sectores como la agricultura. Concretamente, en este grupo se encuentran trabajadores de cooperativas, que o bien utilizan este tipo de tecnologías, o conocen fincas en las que se emplean.

Como propuestas interesantes de funciones o instrumentos que podría tener una aeronave de este estilo, se recoge la siguiente información:

- Debe tener un sistema de visión en primera persona para el piloto (FPV).
- Puede controlar el tráfico en puertos y carreteras.
- Debe tener un localizador para encontrarlo en caso de accidente.
- Servicio de mantenimiento de infraestructuras.

Algunas ya se tuvieron en cuenta en puntos anteriores del documento, y pueden resultar de gran interés como un complemento para las especificaciones que presente el dron.

Por último, el resto de respuestas estaban enfocados a comentar que les había parecido la idea, mensajes de ánimo y comentarios acerca de las labores sobre las que se les preguntaba.

### 3.2.1.11 Extracción de requisitos

Para una correcta extracción de los requisitos, se deben seguir algunas recomendaciones. La primera de ellas es eliminar la negatividad en las respuestas. Esto diría lo que el producto no es capaz de hacer, lo que no nos muestra características de la aeronave. Como los requisitos se obtienen en su inmensa mayoría del formulario elaborado anteriormente, el problema de la negatividad queda prácticamente resuelto. Esto es así porque en dichas preguntas no se realizan enunciados negativos, ni en las cuestiones ni en las posibles respuestas.

La segunda recomendación es expresar el requisito o necesidad como una característica del producto. Con ello lo que se busca es dar instrucciones más precisas para su desarrollo. Junto con esta recomendación, la tercera y última hace referencia a la necesidad de evitar cuantificar estos requisitos, por lo que tendrán que eliminarse verbos como “debería” o “podría”.

Teniendo todo esto en cuenta, se analizan los requisitos o necesidades que se obtienen en cada una de las preguntas, y se escriben de forma correcta.

Pregunta	Requisito	Requisito Mejorado
<b>Primera</b>	Cargar objetos	El dron carga objetos
	Batería de larga duración	El dron tiene una batería de larga duración
<b>Segunda</b>	Primeros auxilios	El dron se emplea para servicios de primeros auxilios
	Prevención de incendios	El dron se emplea para la prevención y control de incendios
	Vigilancia y seguridad	El dron se emplea para labores de vigilancia
	Agricultura de precisión	El dron se emplea para mejorar la producción agrícola
<b>Tercera</b>	Si el dron cae, que lo haga de manera controlada	El dron cae de forma controlada en caso de accidente

Pregunta	Requisito	Requisito Mejorado
	Puede comunicarse con otras aeronaves	El dron se comunica con otras aeronaves
Cuarta	Puede cargar pesos ligeros	El dron carga con pesos ligeros
	Puede cargar pesos medios	El dron carga con pesos medios
Quinta	Puede realizar vuelos de larga duración	El dron realiza vuelos de larga duración
	Puede realizar vuelos de duración media	El dron realiza vuelos de media duración
Sexta	Debe cargar con buenos equipos de medición	El dron carga con equipos de medición adecuados
	Puede recorrer grandes distancias para abarcar grandes terrenos	El dron recorre grandes distancias para abarcar grandes terrenos
Séptima	Puede retransmitir en directo a los equipos de emergencia	El dron retransmite en directo a los equipos de emergencia
	Debe transportar cámaras infrarrojas	El dron carga con cámaras infrarrojas
Octava	Puede tener cámaras de visión nocturna y diurna	El dron tiene cámaras de visión nocturna y diurna
	Debe poder seguir a individuos sospechosos	El dron presenta un sistema de seguimiento de sospechosos
	Puede volar durante largos periodos de tiempo	El dron tiene una gran autonomía de vuelo
	Puede volar de forma sigilosa	El dron es sigiloso
Novena	Puede cargar con un sistema de comunicaciones de emergencias	El dron carga con un sistema de comunicaciones de emergencias
	Debe cargar con un kit de primeros auxilios	El dron carga con un kit de primeros auxilios
	Puede buscar rutas de acceso a la zona del accidente	El dron busca rutas de acceso para los equipos de emergencia
Decima	Puede encargarse del mantenimiento de infraestructuras	El dron se encarga del mantenimiento de infraestructuras
	Puede controlar el tráfico en puertos y carreteras	El dron se emplea para controlar el tráfico en puertos y carreteras

Tabla 16: Extracción de requisitos

Con toda esta información mejorada, se procede a realizar una lista de necesidades que debe cumplir el producto. Para ello, destacaremos las cualidades que debería tener el dron para desarrollar todas las labores previamente descritas.

1. Cargamento: el dron permite enviar mercancías, ya sean de pequeño y de medio tamaño. Aquí se incluyen, por ejemplo, los kits de emergencias y los sistemas de comunicación.
2. Batería: el dron cuenta con una batería de larga duración, que le permite recorrer grandes distancias optimizando el uso de la misma.
3. Cámaras: el dron transporta diferentes tipos de cámaras, adecuándose en cada momento a las necesidades de la operación. Por ejemplo, de visión nocturna, visión diurna, multiespectrales o infrarrojas.
4. Seguridad: el dron cuenta con los sistemas de seguridad necesarios para desempeñar su labor correctamente. Esto implica un sistema de aterrizaje de emergencia (o controlado) o un sistema de seguimiento de individuos sospechosos.
5. Velocidad: el dron podrá moderar su velocidad para realizar las diversas tareas que se le asignen.
6. Resistencia: el chasis debe ser resistente a golpes y arañazos, y debe evitar que el polvo, la ceniza o la lluvia atraviesen al interior.
7. Alcance: el dron permitirá llegar a zonas lejanas. Para ello deberá contar con un sistema de comunicaciones bastante potente, capaz de emitir y recibir la señal que controle el dron. Otra opción es la de realizar vuelos programados mediante waypoints preseleccionados.

Como se puede apreciar en esta lista de necesidades, muchos de los elementos descritos se pueden dividir en subtipos. Por ello, habrá que tenerlos en cuenta dentro de la “Matriz de Consistencia”, que será necesaria para organizar los requisitos del producto.

### 3.2.2 Organización de requisitos

En los procesos de extracción de necesidades, por lo general, aparecen un gran número de requisitos con los que es inviable trabajar. Por ello, se deben organizar de manera jerárquica, con el fin de categorizar cada uno de ellos. Principalmente, estos requisitos suelen organizarse en dos grupos, pudiendo ampliarse a tres en caso de que fuera necesario. Estas tres categorías son:

1. Necesidades primarias.
2. Necesidades secundarias (dependen de las primarias).
3. Necesidades terciarias (solo si fuesen necesarias).

Para conocer qué necesidades son consistentes y cuales inconsistentes, se realiza una “Matriz de Consistencia”. Se deben tener en cuenta ciertas recomendaciones para la elaboración de este método cuantitativo. Por ejemplo, debe evitarse acumular muchos requisitos dentro de un mismo nivel, eliminar posibles repeticiones, agrupar requisitos similares y eliminar inconsistencias.

Cada nivel expresa una necesidad primaria del producto. Los requisitos que se plantean dentro de este nivel son las necesidades secundarias. En nuestro caso, por ejemplo, la carga de mercancías sería una necesidad primaria, mientras que la carga de kits de emergencia o sistemas de comunicaciones serían necesidades secundarias.

Para llevar a cabo este método cuantitativo, en primer lugar, deben escribirse las necesidades anteriormente listadas en filas y en columnas. Esto permitirá compararlas dos a dos. Para facilitar la tarea, la primera columna recoge las necesidades primarias, y la segunda columna muestra las necesidades secundarias que dependen de dicha necesidad primaria.

El segundo paso, una vez este planteada la matriz, es rellenar la triangular inferior con valores entre 1 y 5. Estos valores se asignan en función de la consistencia o inconsistencia de las distintas necesidades entre si. Así, el 1 implica inconsistencia total, y el 5 se entiende como consistencia total. El resto de opciones presentan el rango de inconsistencia y consistencia que existe entre estos valores extremos.

Una vez rellenada la matriz inferior, por simetría, se rellena la matriz superior. A continuación, se marcan en la

tabla todas las casillas que presenten como mínimo un valor de tres. A la derecha se añadirá una columna que recoja el total de casillas marcadas por fila o necesidades secundarias, así como una columna que presente los valores medios para cada nivel o necesidades principales.

Según los valores obtenidos en la última casilla, estudiaremos los caminos de consistencia de las necesidades con peores resultados. Así, si no existiesen caminos consistentes en estas necesidades, se declaran inconsistentes, dejándose de lado en el estudio.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos, presentados en la siguiente tabla:

		1. Cargam.		2. Batería		3. Cámaras			4. Seguridad			5. Vel	6. Resistencia			7. Alcance			
		a. Kit de primeros auxilios	b. Equipos de comunicaciones	a. De larga duración	b. Con software de optimización	a. Visión nocturna y diurna	b. Multiespectral	c. Infrarrojo	a. Caída controlada	b. Seguimiento	c. Sigilo	a. Variable	a. Polvo y ceniza	b. Lluvia	c. Altas temperaturas	a. Sistema de comunicaciones	b. Waypoints	Subtotal	Media por nivel
1. Cargamento	a. Kit de primeros auxilios			5	4	3	3	3	2	4	2	5	3	5	1	4	4	11	10
	b. Equipos de comunicaciones			5	4	4	2	4	2	4	2	5	3	1	1	4	4	9	
2. Batería	a. De larga duración	5	5			5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	14	14
	b. Con software de optimización	4	4			5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5	5	14	
3. Cámaras	a. Visión nocturna y diurna	3	4	5	5				3	5	4	4	4	4	4	4	4	13	11,7
	b. Multiespectral	3	2	5	5				5	1	1	4	4	4	4	4	4	10	
	c. Infrarrojo	3	4	5	5				4	3	3	4	4	2	5	4	4	12	
4. Seguridad	a. Caída controlada	2	2	5	5	3	5	4				5	2	3	3	3	3	10	10,7
	b. Seguimiento	4	4	5	5	5	1	3				5	4	4	4	4	4	12	
	c. Sigilo	2	2	4	5	4	1	3				3	4	4	4	4	4	10	
5. Velocidad	a. Variable	5	5	4	3	4	4	4	5	5	3		5	5	5	4	4	15	15
	a. Polvo y ceniza	3	3	4	4	4	4	4	2	4	4	5				1	3	11	
6. Resistencia	b. Lluvia	5	1	5	5	4	4	2	3	4	4	5				1	4	10	10
	c. Altas temperaturas	1	1	5	5	4	4	5	3	4	4	5				1	2	9	
	a. Sistema de comunicaciones	4	4	5	5	4	4	4	3	4	4	4	1	1	1			11	
7. Alcance	b. Waypoints	4	4	5	5	4	4	4	3	4	4	4	3	4	2			13	12

Tabla 17: Matriz de Consistencia

Como se puede observar en la Tabla 17, sorprende darse cuenta que la mayor parte se encuentre en color verde. Esto indica que prácticamente la totalidad de necesidades son compatibles con el resto. Encontramos dos de las necesidades primarias que son compatibles con todas y cada una de las necesidades primarias y secundarias. Estas son la “Batería” y la “Velocidad”.

También puede observarse que, analizando los valores medios de cada nivel o necesidad primaria, los valores máximos y mínimos son muy próximos entre si. Esto se vuelve a traducir en que las necesidades o requisitos planteados son consistentes entre si de manera prácticamente generalizada. Al no haber ningún nivel con un valor notoriamente más bajo, no es necesario estudiar los caminos de consistencia para estudiar si esa necesidad lo es. Por tanto, el siguiente paso a llevar a cabo es la priorización de los requisitos.

### 3.2.3 Priorización de requisitos

Una vez obtenidos los requisitos y comprobado su consistencia e inconsistencia, el siguiente paso que se debe realizar es priorizarlos. Para ello, se ordenan según la importancia de la necesidad, que principalmente viene marcada por las indicaciones de los clientes. Esto se realiza aplicando el método de la “Matriz de Preferencia”. También podría utilizarse el “Modelo Kano” para realizar esta priorización, comparándose los resultados que se obtengan en cada uno de ellos.

#### 3.2.3.1 Matriz de Preferencia

Para realizar este método, se debe tener en cuenta que conlleva el reparto de un número fijo de puntos. En este caso, y para que los datos sean comprensibles más fácilmente, se ha optado por tomar como referencia 100

puntos. De esta forma, los resultados quedarán expresados en porcentajes, lo que facilita su comprensión.

Inicialmente, se construye una matriz con las necesidades anteriormente estudiadas. Estos datos se ponen tanto en filas como en columnas, puesto que serán comparados por pares. Cabe destacar que no se compararán requisitos con ellos mismos, sino únicamente con el resto de necesidades.

Seguidamente, añadiremos una fila y tres columnas adicionales. La fila añadida se emplea para realizar el subtotal de la suma de elementos en vertical. De las tres columnas añadidas, la primera se utiliza también para la suma de elementos en horizontal, la segunda se emplea para calcular el total de repeticiones, y la última columna para ponderar los resultados totales, en este caso sobre 100.

Para realizar el método, lo primero es comparar por pares elemento a elemento, de forma que se rellene la matriz diagonal. En este caso, cada casilla se rellena con la letra correspondiente al elemento ganador. Posteriormente, en el cálculo de subtotales, se cuentan tanto horizontal como verticalmente cuantas veces se repite la letra de la fila o columna en la que nos encontremos. Si nos encontramos, por ejemplo, en la fila tres, equivalente a la letra C, contaremos cuantas veces ha ganado C sobre el resto, y lo colocaremos en la columna de subtotal, en la tercera fila. De la misma manera se procedería con las columnas.

La matriz solución de aplicar este método sería:

			Cargam.		Batería		Cámaras			Seguridad			Vel	Resistencia			Alcance							
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P						
			Kit de primeros auxilios	Equipos de comunicaciones	De larga duración	Con software de optimización	Visión nocturna y diurna	Multiespectral	Infrarroja	Caída controlada	Seguimiento	Sigilo	Variable	Polvo y ceniza	Lluvia	Altas temperaturas	Sistema de comunicaciones	Waypoints	Subtotal	TOTAL	TOTAL PONDERADO (%)	MEDIAS POR NIVELES	MEDIAS POR NIV. POND. (%)	PRIORIDAD
MATRIZ DE PREFERENCIA			-	B	A	A	A	A	A	H	A	A	A	A	A	A	A	13	13	10,8	10,8	23,6	1º	
Cargamento	A	Kit de primeros auxilios	-	B	A	A	A	A	A	H	A	A	A	A	A	A	A	13	13	10,8				
	B	Equipos de comunicaciones	-	C	B	B	B	G	B	B	B	B	B	B	B	B	B	12	13	10,8				
Batería	C	De larga duración	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	13	14	11,7	7,5	16,3	3º	
	D	Con software de optimización	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	13	14	11,7				
Cámaras	E	Visión nocturna y diurna	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	13	14	11,7	6,11	13,3	5º	
	F	Multiespectral	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	13	14	11,7				
	G	Infrarroja	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	13	14				11,7
Seguridad	H	Caída controlada	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	13	14	11,7	8,61	18,7	2º	
	I	Seguimiento	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	13	14	11,7				
	J	Sigilo	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	13	14	11,7				
Velocidad	K	Variable	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	13	14	11,7	7,5	16,3	4º	
	L	Polvo y ceniza	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	13	14	11,7				
Resistencia	M	Lluvia	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	13	14	11,7	0,83	1,81	7º	
	N	Altas temperaturas	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	13	14	11,7				
Alcance	O	Sistema de comunicaciones	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	13	14	11,7	4,58	9,97	6º	
	P	Waypoints	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	13	14	11,7				
Subtotal			0	1	1	0	1	2	4	5	4	4	4	0	1	0	5	6	SUMA	120	100	46	100	

Tabla 18: Matriz de Preferencia

Como se ve en la Tabla 18, lo primero que se realiza es la comparación por pares de las necesidades secundarias del producto. Con ello, se obtienen los valores correspondientes a la columna “TOTAL PONDERADO (%)”. Estos valores muestran cuáles son las necesidades secundarias más importantes. En este caso, la que obtiene mayor puntuación es la de que el dron tenga una batería de larga duración, seguida de la posibilidad de cargar tanto con un kit de primeros auxilios como con un sistema de comunicaciones.

Sin embargo, esto no puede extrapolarse directamente a las necesidades primarias. Para ello, calculamos los valores medios de cada uno de los niveles. Una vez obtenidos estos valores, se procede a calcular los pesos ponderados de cada uno de estos niveles. Así, se puede realizar la priorización según las necesidades primarias del producto.

Como resultado de realizar este método, se obtienen las siguientes listas de requisitos priorizados. La primera se centra en la priorización de necesidades secundarias, y la segunda en ordenar las necesidades primarias.

Las necesidades secundarias priorizadas quedan:

1. Batería de larga duración (Batería).

2. Equipos de comunicaciones (Cargamento).
3. Kit de primeros auxilios (Cargamento).
4. Caída controlada (Seguridad).
5. Seguimiento (Seguridad).
6. Infrarroja (Cámaras).
7. Variable (Velocidad).
8. Sigilo (Seguridad).
9. Multiespectral (Cámaras).
10. Visión nocturna y diurna (Cámaras).
11. Waypoints (Alcance).
12. Sistema de comunicaciones (Alcance).
13. Software de optimización (Batería).
14. Lluvia (Resistencia).
15. Polvo y ceniza (Resistencia).
16. Altas temperaturas (Resistencia).

Cabría esperar que, al priorizar las necesidades primarias, la referente a la batería del dron fuese la primera. Sin embargo, esto no es así, puesto que el orden que obtienen depende de la media de cada una de las necesidades secundarias que cuelguen de una misma necesidad principal. Con ello, se obtiene la siguiente lista de necesidades primarias priorizadas:

1. Cargamento.
2. Seguridad.
3. Batería.
4. Velocidad.
5. Cámaras.
6. Alcance.
7. Resistencia.

A la vista de los resultados obtenidos, se puede apreciar que el orden coincide en gran medida con los resultados obtenidos en la encuesta. Esto es un buen indicativo, puesto que no se ha perdido la información de los posibles clientes potenciales a lo largo de todo el proceso.

A continuación, se lleva a cabo el Modelo Kano, con el que se podrán comparar los datos obtenidos en este apartado.

### 3.2.3.2 Modelo Kano

Este modelo es bastante más aproximado que la Matriz de Preferencia. Sin embargo, sirve para complementar algo de información al modelo anterior. Además, sus resultados pueden compararse para ver si la aproximación realizada por ambos métodos es compatible.

El método es bastante simple. Consta únicamente de dos pasos, que se definen a continuación:

1. Se deben categorizar las necesidades como básicas, unidimensionales o estimulantes. Una necesidad básica es aquella que, cuando el producto la tiene, no satisface al cliente, pero que su ausencia genera en este una gran insatisfacción. Una necesidad unidimensional es aquella que en ausencia provoca insatisfacción, y en presencia genera satisfacción en el cliente. Por último, se considera una necesidad estimulante aquella que provoca satisfacción en el cliente únicamente cuando está presente, sin generar insatisfacción en su ausencia.

2. Se pondera cada necesidad, en función de si es estimulante, unidimensional o básica, asignándole a cada uno un valor de entre los siguientes:
  - a. Básica: valores entre 4 y 5.
  - b. Unidimensional: valores entre 2 y 4.
  - c. Estimulante: valores entre 1 y 2.

Estos valores indican el nivel de prioridad o importancia que tienen cada una de las opciones, siendo las que tengan un 5 las más importantes, y aquellas con un 1 las menos importantes a la hora de priorizar. Así, la tabla de soluciones del Modelo Kano quedaría:

Necesidad. El dron...	Modelo Kano	Prioridad
Carga con un kit de primeros auxilios	Básica	5
Carga con un equipo de comunicaciones	Básica	5
Tiene una batería de larga duración	Básica	5
Tiene una batería con software de optimización	Estimulante	2
Tiene cámara de visión nocturna y diurna	Unidimensional	3
Tiene cámara multispectral	Unidimensional	3
Tiene cámara infrarroja	Básica	4
Puede controlar la caída	Básica	4
Puede seguir objetivos sospechosos	Básica	4
Puede volar de forma sigilosa	Unidimensional	3
Tiene velocidad variable	Básica	4
Resiste al polvo y ceniza	Estimulante	1
Resiste a la lluvia	Estimulante	1
Resiste altas temperaturas	Estimulante	1
Presenta un buen sistema de comunicaciones	Estimulante	2
Realiza rutas guiado por waypoints	Estimulante	2

Tabla 19: Modelo Kano

Una vez categorizadas cada una de las necesidades, se realiza una lista de necesidades priorizadas. Esta lista quedaría:

1. Kit de primeros auxilios (Cargamento).
2. Equipo de comunicación (Cargamento).
3. Batería de larga duración (Batería).
4. Caída controlada (Seguridad).
5. Sistema de seguimiento (Seguridad).
6. Velocidad variable (Velocidad).
7. Infrarroja (Cámaras).
8. Sigilo (Seguridad).
9. Multispectral (Cámaras).
10. Visión nocturna y diurna (Cámaras).
11. Waypoints (Alcance).
12. Sistema de comunicaciones (Alcance).
13. Software de optimización (Batería).



14. Polvo y ceniza (Resistencia).
15. Lluvia (Resistencia).
16. Altas temperaturas (Resistencia).

Como puede observarse, la lista obtenida con el Modelo Kano es muy similar a la que se extrajo del Método de la Matriz de Preferencia. Únicamente cambian de orden alguna de las necesidades, pero estos cambios no presentan un gran contraste con los obtenidos anteriormente. Por ello, se considera que las listas obtenidas por ambos métodos están bien desarrolladas.

A efectos prácticos, se tomará como referencia la obtenida por el Método de la Matriz de Preferencia, ya que es mucho más fiable. Se recuerda que el Modelo Kano es un método aproximado de priorización, mientras que el otro es un método cuantitativo.

### 3.3 Desarrollo de especificaciones

Una vez obtenidas y priorizadas las necesidades de los clientes, el siguiente paso es generar las especificaciones que debe tener el producto. Estas especificaciones deben determinar de manera muy precisa lo que tiene que hacer el dron. Para ello, habrá que pasar del “lenguaje del cliente”, que determina las necesidades, al “lenguaje del ingeniero”, que proporciona las especificaciones. Para obtener dichas especificaciones, se deben establecer ciertas métricas, denominadas indicadores. Estos valores pueden ser medidos, de forma que se podrán comparar con métricas de otros productos, pudiendo además establecerse ciertos objetivos a cumplir. El procedimiento de obtención de especificaciones, por tanto, es el siguiente:

1. Establecer los indicadores (Matriz de enlace).
2. Realizar el benchmark.
3. Establecer valores ideales u objetivos.
4. Determinar la lista de especificaciones.

A continuación, se desarrolla cada uno de estos puntos.

#### 3.3.1 Indicadores y Matriz de Enlace

El primer paso se deben establecer las métricas adecuadas para el producto a desarrollar. Para ello, se selecciona el indicador o indicadores más adecuado a cada una de las necesidades obtenidas en el apartado anterior. Para que el trabajo no resulte demasiado complicado, se estudiarán principalmente las métricas que afectan a las necesidades primarias, puesto que las necesidades secundarias se engloban dentro de las mismas. Se plantea la siguiente tabla, con posibles métricas para cada una de las necesidades:

NECESIDAD	MÉTRICA
<b>Cargamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones</li> <li>• Peso</li> <li>• Ergonomía</li> </ul>
<b>Seguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones</li> <li>• Precio</li> </ul>
<b>Batería</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso</li> <li>• Dimensiones</li> <li>• Capacidad</li> <li>• Durabilidad</li> </ul>
<b>Velocidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia</li> <li>• Velocidad máxima</li> <li>• Velocidad mínima</li> </ul>

NECESIDAD	MÉTRICA
<b>Cámaras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad de imagen</li> <li>• Precio</li> <li>• Dimensiones</li> <li>• Durabilidad</li> <li>• Funcionalidad</li> </ul>
<b>Alcance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia</li> <li>• Rango</li> </ul>
<b>Resistencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad</li> <li>• Precio</li> <li>• Peso</li> <li>• Durabilidad</li> </ul>

Tabla 20: Identificación de métricas o indicadores

Como puede observarse en la Tabla 20, muchas de las métricas nombradas se repiten. Por eso, se realiza un filtrado de las mismas. Además, una vez filtradas, las generalizaremos para todas las necesidades. Así, definiremos de manera genérica todos los indicadores necesarios para desarrollar el producto de la manera más eficaz posible. Posteriormente, estos indicadores se compararán con las distintas necesidades, alcanzando distintos valores que se explicarán más adelante. Sin embargo, es un buen momento para indicar el criterio de signo que se va a emplear con cada uno de estos valores.

Con carácter general, las métricas que se utilizarán son:

- Dimensiones (m o cm): indica las dimensiones principales tanto del dron como de los distintos elementos que lo conforman. Para ello, las medidas se expresan en metros o centímetros, y se recoge información acerca del largo, ancho y alto de los distintos elementos. Aquellas necesidades que se relacionen con la reducción de tamaños, tendrán valores positivos en la matriz. Por el contrario, todas aquellas que impliquen un aumento del mismo, obtendrán valores negativos.
- Peso (kg): como su propio nombre indica, recoge los pesos de cada uno de los elementos que conforman el dron, así como el peso total del mismo. Las necesidades que se relacionan con valores positivos de la matriz son aquellas que reducen el peso, siendo los valores negativos aquellas necesidades que lo aumenten.
- Ergonómico (subjetivo): con ello se busca como de cómodo es para el usuario el producto. Se podrán utilizar como apoyo tablas antropomórficas. Aquellas necesidades que mejoren la ergonomía se corresponderán con valores positivos de la matriz. Las que la empeoren, tomarán valores negativos.
- Precio (Euros): indica los costes que supondrán cada uno de los elementos que conforman el dron, así como su precio total. Todas las necesidades que supongan una reducción del precio obtendrán valores positivos en la matriz. Aquellas que aumenten este precio, tendrán valores negativos.
- Capacidad (mA): en este caso, hace referencia a la capacidad de las baterías que debe llevar el dron. Si las necesidades permiten un aumento de esta capacidad, tendrán valores positivos en la matriz. De lo contrario, obtendrán valores negativos.
- Durabilidad (años): muestra como de duradero son los distintos elementos del dron, así como la durabilidad media del producto. Si las necesidades aumentan la durabilidad del producto, entonces los valores que debe tomar en la matriz son positivos. De lo contrario, serán negativos.

- Potencia (W): en este caso, se refiere a la potencia soportada por los motores del dron. Si las necesidades favorecen esta métrica, tomarán valores positivos en la matriz. De lo contrario, tomarán valores negativos.
- Velocidad máxima y mínima (km/h): como su nombre indica, muestra las velocidades máximas y mínimas alcanzadas por el dron. Si las necesidades permiten mejorar estos valores, serán positivos en la matriz. Por el contrario, si penalizan esta métrica, los valores de la matriz serán negativos.
- Calidad de imagen (MPx): este indicador mide las distintas calidades de imagen de los sistemas ópticos transportados por el dron. Si una necesidad mejora esta métrica, tomará un valor positivo, y si la empeora, tomará un valor negativo.
- Funcionalidad (subjetivo): con esta métrica, se busca conocer como de funcional son los distintos elementos que pueden conformar el dron. Si la necesidad mejora la funcionalidad, toma valores positivos, y si la empeora toma valores negativos.
- Rango (km): indica la distancia máxima que puede alcanzar el dron. Si una necesidad permite mejorar esta métrica, se obtendrán valores positivos en la matriz. De lo contrario, si la empeora, los valores que se tendrán serán negativos.
- Calidad (subjetivo): hace referencia a como de buenos son los distintos elementos que forman el dron. Si la necesidad mejora la calidad, los valores de la matriz son positivos. De la misma manera, si la necesidad empeora este indicador, alcanzará valores negativos.

Una vez establecidos los indicadores con carácter general, debemos estudiar que influencia tiene cada una de las necesidades estudiadas respecto a las métricas establecidas. Para ello, se seguirá el siguiente criterio de evaluación:

- Influencia Fuerte: se le asignará un valor absoluto de 9.
- Influencia Media: se le asignará un valor absoluto de 6.
- Influencia Débil: se le asignará un valor absoluto de 3.

Estas influencias pueden ser directa o inversamente proporcionales. Para ello, se estableció en la lista de indicadores el criterio de signo que se debería seguir en cada una de las métricas. Así, las necesidades con influencia positiva en la métrica, tomarán valores positivos (por lo general). Por el contrario, las influencias inversamente proporcionales tomarán valores negativos. Si no existe influencia directa entre una métrica y una necesidad, esa casilla se deja en blanco.

Para realizar correctamente la Matriz de Enlace, deben colocarse en el eje vertical de la tabla todas las necesidades, con su respectiva prioridad, que se extrae del apartado 3.2.3.1 (Matriz de Preferencia). Los valores de la prioridad de cada necesidad estarán invertidos, de manera que el valor máximo se le asigna a la necesidad más importante, y el valor mínimo a aquella necesidad con una prioridad menor. En el eje horizontal, se sitúan las métricas establecidas en este apartado.

Una vez establecidos los valores que relacionan las necesidades con los indicadores, se procede al cálculo de la prioridad de los indicadores. Para ello, los elementos de una misma fila se multiplican por el valor de la prioridad de la necesidad. Posteriormente, se suman los valores de cada columna. Por último, se deben normalizar los resultados.

Un hecho importante que se debe tener en cuenta es que, si al calcular la priorización de cada indicador, el valor del sumatorio de las filas sale negativo, significará que el criterio de signo establecido es erróneo. Esto significa que habrá que corregir el criterio y cambiar el signo a los elementos de la columna, con el objetivo de obtener valores positivos en la priorización de indicadores.

La primera iteración de la matriz de enlace quedaría:

Prioridad de la necesidad	Necesidad \ Indicador	Dimensiones	Peso	Ergonomía	Precio	Capacidad	Durabilidad	Potencia	Velocidad max/min	Calidad imagen	Funcionalidad	Rango	Calidad
14	Kit de primeros auxilios	-3	-6	3	-3						9		6
15	Equipos de comunicaciones	-3	-6	3	-3						9		3
16	De larga duración		-3			9	6		-3		3	6	6
4	Con software de optimización					9	6		3		6	9	
7	Visión nocturna y diurna	3			-3					9	6		3
8	Multiespectral	3			-9					9	9		
11	Infrarroja	3			-3					6	6		
13	Caida controlada						9						
12	Seguimiento				-3						6	3	
9	Sigilo							-3	-3		3		
10	Variable				-3			6	9		6		
2	Polvo y ceniza				-3		6						6
3	Lluvia				-3		9						6
1	Altas temperaturas		-3		-6		3						3
5	Sistema de comunicaciones				-3							6	
6	Waypoints											9	
	Prioridad del indicador	-9	-225	87	-315	180	279	33	27	201	672	252	279
	Prioridad del indicador normalizado	-0,62	-15,4	5,955	-21,6	12,32	19,1	2,259	1,848	13,76	46	17,25	19,1
													Total
													1461

Tabla 21: Matriz de Enlace. Primera iteración

En esta primera iteración, se observa (en la Tabla 21) que tres del total de columnas obtienen prioridades negativas. Por tanto, habrá que cambiar el criterio de signo en las tres métricas afectadas. Estos criterios quedarían:

- Dimensiones: será positiva cuando la necesidad evaluada provoque un aumento considerable del tamaño del producto. Será negativo cuando el producto se adecúe a un tamaño medio.
- Peso: obtendrá valores positivos cuando la necesidad provoque un exceso de peso en la aeronave, y tendrá valores negativos si la necesidad disminuye dicho peso.
- Precio: se considerará positivo cuando la necesidad genere un aumento del precio del producto. Así mismo, se considerará negativo cuando la necesidad provoque un descenso del precio del producto.

Una vez redefinidos los criterios de signo de los indicadores afectados, se cambian los datos de esas tres columnas para que concuerden con dichos criterios. Así, en la fila correspondiente a las prioridades de los indicadores, aparecen todos los números con valores positivos.

Como se han solucionado los problemas de signo, la matriz debe devolver los pesos correspondientes a cada indicador. A continuación, se muestra la matriz de enlace correspondiente a la segunda iteración, que, además, se corresponde con la iteración final.

Prioridad de la necesidad	Necesidad \ Indicador	Dimensiones	Peso	Ergonomía	Precio	Capacidad	Durabilidad	Potencia	Velocidad max/min	Calidad imagen	Funcionalidad	Rango	Calidad
14	Kit de primeros auxilios	3	6	3	3						9		6
15	Equipos de comunicaciones	3	6	3	3						9		3
16	De larga duración		3			9	6		-3		3	6	6
4	Con software de optimización					9	6		3		6	9	
7	Visión nocturna y diurna	-3			3					9	6		3
8	Multiespectral	-3			9					9	9		
11	Infrarroja	-3			3					6	6		
13	Caída controlada						9						
12	Seguimiento				3						6	3	
9	Sigilo							-3	-3		3		
10	Variable				3			6	9		6		
2	Polvo y ceniza				3		6						6
3	Lluvia				3		9						6
1	Altas temperaturas		3		6		3						3
5	Sistema de comunicaciones				3							6	
6	Waypoints											9	
	Prioridad del indicador	9	225	87	315	180	279	33	27	201	672	252	279
	Prioridad del indicador normalizado	0,352	8,792	3,4	12,31	7,034	10,9	1,29	1,055	7,855	26,26	9,848	10,9
													Total
													2559

Tabla 22: Matriz de Enlace. Segunda iteración

Una vez obtenidos los pesos de cada una de las prioridades de los indicadores, se procede a elaborar un ranking, con idea de ver cuales de los indicadores presentarán una mayor importancia:

1. Funcionalidad: 26,26%
2. Precio: 12,31%
3. Durabilidad: 10,90%
4. Calidad: 10,90%
5. Rango: 9,85%
6. Peso: 8,79%
7. Calidad de imagen: 7,86%
8. Capacidad: 7,03%
9. Ergonomía: 3,4%
10. Potencia: 1,29%
11. Velocidad máxima y mínima: 1,06%
12. Dimensiones: 0,35%

Como se puede observar, tanto en la tabla como en la lista, los indicadores más generales son los más importantes en la priorización. Además, puede apreciarse un salto bastante considerable en el peso de las prioridades a partir de la octava métrica. Por ello, únicamente se considerarán relevantes los indicadores del primero al octavo. Estos suponen alrededor del 95% del peso total.

Sin embargo, para facilitar aun más la comparación con los posibles competidores, se tendrán en cuenta únicamente aquellas métricas más generales, es decir, aquellas que afecten a todos los componentes del dron, o a su inmensa mayoría. Por ello, únicamente se tendrán en cuenta las seis primeras métricas. Estas suponen aproximadamente un 80% del total, lo que sigue siendo un valor significativo.

La lista final de métricas quedaría:

1. Funcionalidad: 26,26%
2. Precio: 12,31%
3. Durabilidad: 10,90%
4. Calidad: 10,90%
5. Rango: 9,85%
6. Peso: 8,79%

A continuación, se usarán estos indicadores para comparar las características del producto a diseñar con las especificaciones que presenten los productos de empresas competidoras. Para ello, se realiza tanto un “Benchmark Técnico” como un “Análisis de Competidores”.

### 3.3.2 Benchmark Técnico y Análisis de Competidores

Debido a la existencia en el mercado de productos similares, que pueden cubrir las necesidades de los clientes y, por tanto, pueden ser sustitutivos del producto que se está diseñando, habrá que realizar un análisis de los productos que ofertan las empresas competidoras. La idea es dar valores objetivos sobre las métricas de los productos que son competencia directa con el que se está diseñando. Para ello, se llevan a cabo dos procedimientos diferentes: Benchmark Técnico y Análisis de Competidores.

#### 3.3.2.1 Benchmark Técnico

En este caso, se comparan las métricas estimadas del producto que se desea diseñar, con las de los productos de la competencia. Las métricas seleccionadas para este tipo de análisis son las obtenidas en el apartado anterior. Sin embargo, alguna de ellas presenta un carácter más subjetivo o difícil de definir. Por ello, estas métricas serán expresadas de manera aproximada.

Se realiza, por tanto, una tabla comparativa entre las métricas de los distintos productos de la competencia. Para este análisis, se han seleccionado los siguientes drones, que representan una competencia real al producto a diseñar:

- DJI Phantom 4 Pro V2.0
- DJI Inspire 2
- SenseFly eBee Plus (by Parrot)
- Parrot Anafi Work

Además de las métricas estudiadas en el apartado anterior, se incluyen otras que podrían resultar de interés, que sustituirán a aquellas que no pueden ser medidas de forma precisa, como son la funcionalidad, la durabilidad o la calidad. Estas nuevas métricas son el viento máximo que soportan las aeronaves, la velocidad máxima que alcanzan y la capacidad de la batería.

Benchmark Técnico		DJI		SenseFly	Parrot
Métrica	Unidades	Phantom 4	Inspire 2	eBee Plus	Anafi Work
Precio	Euros	1388	3399	4999	999
Rango	km	7	7	8	4
Peso	g	1388	3440	1100	320
Tiempo de vuelo	min	30	27	59	25
Viento máximo	km/h	36	36	45	50
Velocidad máxima	km/h	72	94	110	54
Batería	mAh	5870	4280	-	2700

Tabla 23: Benchmark Técnico

### 3.3.2.2 Análisis de Competidores

A continuación, se procede a realizar el análisis de competidores. Para ello, se realiza una matriz que recoge las opiniones de los clientes respecto a las necesidades del producto, valorándolas en una escala de 1 a 5, donde el 1 significa muy insatisfecho, y 5 significa muy satisfecho.

Las necesidades que se estudian son las primarias, es decir, las más generales, que normalmente se encuentran presentes en todos los drones con los que se va a comparar el producto que se está desarrollando. Esta lista de necesidades se obtuvo en el Apartado 3.2 (Lista de Necesidades).

La matriz referente al análisis de competidores es la siguiente:

Análisis Competitivo	DJI		SenseFly	Parrot	
Necesidades Primarias	Phantom 4	Inspire 2	eBee Plus	Anafi Work	Media
Carga de objetos	3	3	1	2	2,25
Seguridad del dron	3	3	4	3	3,25
Capacidad de batería	4	4	5	3	4
Velocidad de vuelo	3	4	5	2	3,5
Cámaras incorporadas	3	4	2	3	3
Alcance	2	3	3	2	2,5
Resistencia a golpes	4	3	1	2	2,5

Tabla 24: Análisis de Competidores

Como puede apreciarse en la Tabla 24, las necesidades menos cubiertas por los modelos aquí presentados son, en primer lugar, la carga de objetos, y posteriormente tanto el alcance como la resistencia a los golpes. Esto puede ayudar a definir mejor las especificaciones del producto, intentando cubrir estas necesidades y, por tanto, incrementando el número de clientes potenciales.

### 3.3.3 Modelo Técnico

Con la información obtenida mediante estos dos métodos, se pueden establecer los valores ideales que debe cumplir nuestro producto en comparación con la competencia. Para ello, se analizan los valores de las métricas de cada dron, y se buscan rangos que se adapten al diseño que se quiere desarrollar. Esto se realiza para las mismas métricas analizadas en el Benchmark Técnico.

En primer lugar, deben establecerse márgenes para cada una de las métricas. Para esto, pueden tomarse como referencias los datos obtenidos anteriormente, adaptándolos a las necesidades que se quieren cubrir. Una vez establecidos los valores límites, se procederá a seleccionar, de manera aproximada, los valores de las métricas que va a tener el producto.

Por ello, el Modelo Técnico para este dron será:

Modelo Técnico					
Métrica	Unidades	Valor mínimo aceptable	Valor máximo aceptable	Valor ideal	
Precio	Euros	1000	5000	2250	
Rango	km	10	100	75	
Peso	kg	4	8	5	*Sin cargamento
Tiempo de vuelo	min	60	120	90	
Viento máximo	km/h	36	54	45	
Velocidad máxima (1)	km/h	30	60	40	(1) Modo Multirrotor
Velocidad máxima (2)	km/h	75	140	100	(2) Modo Ala fija
Batería	mAh	4250	7000	6000	

Tabla 25: Modelo Técnico



### 3.3.4 Lista final de especificaciones

Una vez establecido los valores ideales para cada uno de los indicadores del producto, se puede determinar la lista final de especificaciones. Con ella, se pretende satisfacer todas y cada una de las necesidades de los clientes potenciales, buscando diferenciarse de la competencia.

A continuación, se presenta la lista final de especificaciones. En ella, se detallan tanto las especificaciones obtenidas directamente de las necesidades de los clientes, como aquellas que se han añadido a la hora de realizar el benchmarking y el Modelo Técnico.

#### **Lista final de especificaciones:**

##### Requisitos físicos:

- Peso: aproximadamente 5 kg sin contar cargamento ni baterías.
- Dimensiones: no se han estimado métricas. Debe ser fácil de transportar.
- Ergonomía: el dron debe tener un diseño que facilite su montaje y manipulación en tierra.

##### Operatividad:

- Rango: se buscará obtener un alcance total de unos 75 km.
- Batería: se estima que una batería para desarrollar las labores para las que fue diseñado, debe ser de al menos 6000 mAh.
- Funcionalidad: el dron debe ser capaz de transportar elementos diversos, con distintos volúmenes y pesos. Se estima que el peso máximo que el dron podrá cargar será de en torno a los 7 kg. Con esto, le permite a la aeronave realizar diversas tareas.
- Velocidades máximas: debe alcanzar velocidades altas en el modo de ala fija, rondando los 100 km/h. Sin embargo, en modo multirrotor, no es necesaria una velocidad elevada. Por ello, se estima que este valor máximo podrá ser de 40 km/h.
- Potencia: los motores deben ser suficientemente potentes como para conseguir alcanzar las velocidades descritas en el punto anterior.
- Velocidad del viento: la aeronave debe ser capaz de volar con hasta vientos de 45 km/h.
- Calidad de imagen: las cámaras del dron deben tener suficiente calidad, adecuada a cada una de las tareas y tipos de cámaras.

##### Requisitos económicos:

- Calidad: el dron debe estar construido con elementos de calidad, lo que supondrá un incremento en el coste.
- Durabilidad: se busca una mayor durabilidad ensamblando el dron con elementos de calidad.
- Precio: se ajustará en función de los componentes, el proceso de fabricación, los costes de operación y los costes materiales.

Con la lista de especificaciones definida, se procederá a generar conceptos del producto, con el objetivo de obtener un diseño ganador para la aeronave. Esto se realizará en el siguiente apartado, denominado Desarrollo de Conceptos de Producto.

## 4 DOCUMENTO DE DESARROLLO DE CONCEPTOS

Una vez analizadas las necesidades de los clientes y extraídas las especificaciones del producto, se procede a realizar el desarrollo de conceptos. Este es un proceso en el que toma gran importancia la innovación, lo que lleva a su vez asociado un gran riesgo.

Para disminuir la probabilidad de fracaso, se emplean técnicas tanto para la generación de posibles conceptos con gran potencial, como para su posterior filtrado. Los conceptos obtenidos se combinarán entre sí, mejorándose unos a otros, y volverán a ser filtrados en un proceso iterativo, hasta obtener el concepto ganador.

Tras la obtención de este producto ganador, se estudiarán distintos conceptos para elementos auxiliares de la aeronave. Para ello, se analizará la secuencia que un usuario debe seguir para operar el dron. De esta manera, pueden encontrarse mejoras sustanciales para simplificar o eliminar pasos en la secuencia de operación.

El objetivo final de este bloque es la obtención de un concepto ganador, que dará lugar al producto a comercializar. No solo se obtiene dicho concepto, sino que, además, se estudian sus especificaciones y se analizan las ventajas y desventajas frente a sus competidores. Con esto, el producto final queda completamente definido, lo que facilitará su posterior fabricación y pruebas.

### 4.1 Simplificación del Problema

Con el objetivo principal de generar diversos conceptos del producto, se hace necesario desgranar el problema inicial en otros más pequeños, para poder actuar sobre cada uno de estos de forma aislada y efectiva. Esto provocará que surjan distintos conceptos, que atacarán diversos problemas sencillos que planteen un producto genérico, provocando una mejora sustancial de las capacidades del dron a diseñar.

Otro objetivo que se debe cumplir, es el de centrar los esfuerzos en reducir o mejorar aquellas especificaciones de la aeronave que presenten una mayor criticidad con respecto a las demás. Para ello, deben compararse unas con otras siguiendo un método cuantitativo. Se decide optar, por tanto, por crear una matriz de influencia.

Además de esto, se ha decidido realizar una simplificación por secuencia. Con ella, se define cada paso que debe ir dándose para que el dron pueda operar con normalidad. En este caso, se definen tanto las tareas previas y posteriores que debe realizar el operario (en caso de ser necesario), como la secuencia que debe seguir la aeronave, desde el despegue hasta el aterrizaje.

Una vez realizada la simplificación del problema inicial en otros más pequeños, será más sencillo diseñar nuevos conceptos del producto, lo cual se realizará en apartados posteriores.

#### 4.1.1 Matriz de influencia

Con el fin principal de localizar las especificaciones que presenten una mayor criticidad, se decide aplicar el método de la Matriz de Influencia. En él, se comparan una a una todas las especificaciones, decidiendo en cada uno de estos cruces el nivel de influencia existente entre los elementos comparados. Para ello, se le asigna uno de los siguientes valores:

- Si la influencia es débil se le asigna el valor 1.
- Si la influencia es media se le asigna el valor 3.
- Si la influencia es fuerte se le asigna el valor 6.

Aplicando estos valores en la Matriz de Influencia, se consigue localizar las especificaciones más críticas del producto, y darán pie a realizar una secuencia de actuación para la mejora de estas especificaciones. La matriz de influencia, por tanto, quedaría de la siguiente manera:

	Matriz de Influencia	Peso	Dimensiones	Ergonomía	Rango	Batería	Funcionalidad	Velocidad máxima	Potencia	Velocidad viento	Calidad de imagen	Calidad	Durabilidad	Precio	Suma activa (A)	Actividad (A/P)	Criticidad (A*P)
Requisitos físicos	Peso	-	6	3	3	0	1	3	0	1	0	0	0	1	18	0,947	342
	Dimensiones	6	-	6	1	1	1	3	1	3	0	0	0	1	23	1,211	437
	Ergonomía	0	1	-	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	5	0,333	75
Operatividad	Rango	0	0	0	-	6	3	1	0	0	0	0	0	3	13	0,722	234
	Batería	6	6	3	6	-	3	3	3	1	0	0	0	0	31	1,348	713
	Funcionalidad	0	0	0	0	1	-	0	0	0	3	0	1	6	11	0,367	330
	Velocidad máxima	3	3	0	1	3	1	-	1	0	1	0	3	3	19	0,76	475
	Potencia	1	0	0	1	3	6	6	-	3	0	0	0	1	21	3	147
	Velocidad viento	0	0	0	3	3	1	6	1	-	0	0	0	0	14	1,75	112
	Calidad de imagen	0	0	0	0	3	6	0	0	0	-	6	0	3	18	1,8	180
Requisitos económicos	Calidad	3	3	3	0	0	1	0	0	0	0	-	6	3	19	1,056	342
	Durabilidad	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	-	1	5	0,455	55
	Precio	0	0	0	3	3	6	3	1	0	6	6	1	-	29	1,261	667
Suma Pasiva (P)		19	19	15	18	23	30	25	7	8	10	18	11	23			

Tabla 26: Matriz de Influencia

Para la identificación de las especificaciones más críticas, se determinan dos parámetros: Actividad y Criticidad. Para su correcta definición, se realizan la suma activa y pasiva de los valores por cada fila y columna respectivamente. Al realizar la división de la suma activa entre la suma pasiva, se obtiene el parámetro “Actividad”. A su vez, multiplicando los valores de la suma activa por los de la suma pasiva, se obtienen los valores del parámetro “Criticidad”.

Una vez definidos estos parámetros, se procede a analizar cuáles serán las especificaciones más críticas, cuáles tendrán una criticidad intermedia y cuáles la tendrán baja. Para ello, se comparan los valores de “Actividad” y “Criticidad” con los del resto de especificaciones. Se determinará que una especificación es más crítica que otra cuando tanto el valor del parámetro “Actividad” como el del parámetro “Criticidad” sean superiores a los de la otra especificación.

Como resultado de estas comparaciones, se obtiene la siguiente tabla. En ella, se indica si el elemento de la fila es más crítico que la especificación que aparece en la columna. Si el elemento de la fila es más crítico, se denotará con un “1”. En caso contrario, no se marcará la casilla. A continuación, se reflejan los resultados obtenidos:

Precedencia	Peso	Dimensiones	Ergonomía	Rango	Batería	Funcionalidad	Velocidad máxima	Potencia	Velocidad viento	Calidad de imagen	Calidad	Durabilidad	Precio
<b>Peso</b>	-	1	1			1						1	
<b>Dimensiones</b>	1	-	1	1		1					1	1	
<b>Ergonomía</b>			-										
<b>Rango</b>			1	-								1	
<b>Batería</b>	1	1	1	1	-	1	1	1			1	1	1
<b>Funcionalidad</b>			1			-							
<b>Velocidad máxima</b>			1	1		1	-					1	
<b>Potencia</b>								-					
<b>Velocidad viento</b>			1						-			1	
<b>Calidad de imagen</b>			1						1	-		1	
<b>Calidad</b>	1		1	1		1					-	1	
<b>Durabilidad</b>												-	
<b>Precio</b>	1	1	1	1		1	1				1	1	-

Tabla 27: Criticidad de Especificaciones

Los datos reflejados en la Tabla 27 representan las criticidades de las especificaciones. En este caso, se indica si el elemento de la fila es más crítico que el de la columna. Estas criticidades se conocen gracias a la comparación de los parámetros de “Actividad” y “Criticidad” definidos anteriormente.

Sin embargo, la Tabla 27 no es fácilmente comprensible. Por ello, se decide realizar un “Diagrama de Influencia” para todas las especificaciones del producto. Esta herramienta permite visualizar de manera más sencilla el orden jerárquico que deben seguir dichas especificaciones, en función de su criticidad.

El diagrama, partiendo de los datos de la tabla anterior (Tabla 27), quedaría:

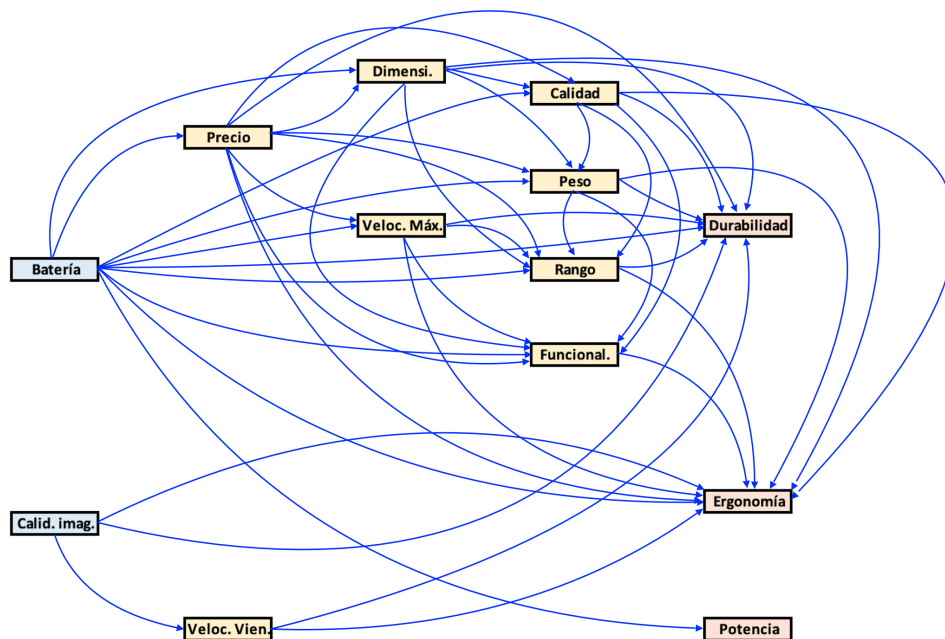


Figura 14: Diagrama de Influencia

Los caminos que se pueden observar en la Figura 14 no son claros. De hecho, muchos caminos de los que aparecen están repetidos de forma indirecta. Por ello, debe hacerse una simplificación del diagrama, para lo cual se mantendrán únicamente los caminos que no sean reiterativos. Con esto, se eliminan gran cantidad de flechas redundantes, lo que permite una visualización mucho más clara de la jerarquía que siguen las especificaciones.

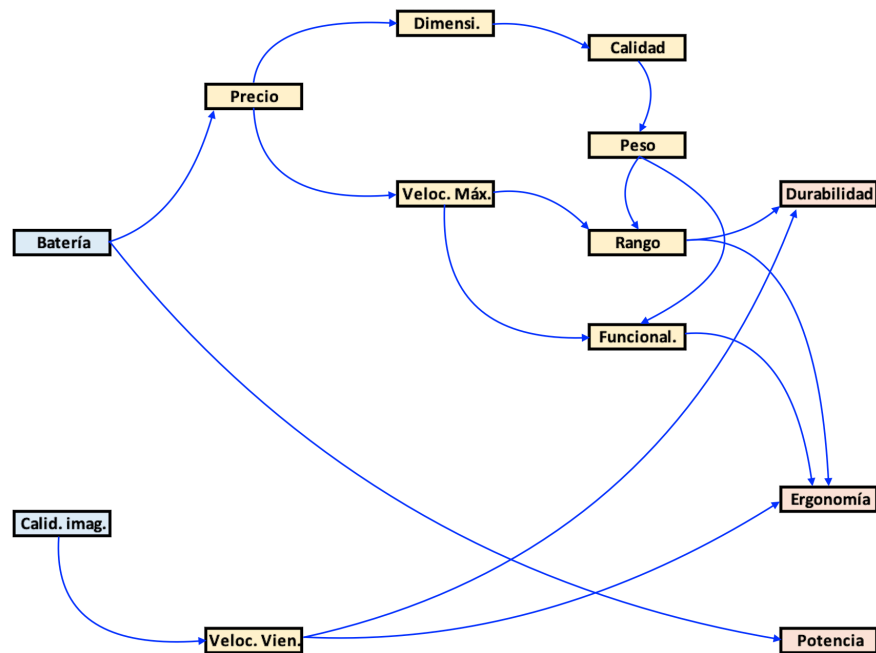


Figura 15: Diagrama de Influencia Simplificado

En la Figura 15 se ven claramente aquellas especificaciones que son críticas, representadas en azul (como son la batería y la calidad de imagen); las que son menos críticas, representadas en naranja (como son la durabilidad, la ergonomía y la potencia), y todas las que son intermedias, representadas en amarillo (el precio, las dimensiones, la calidad, etc.).

En primer lugar, deben destacarse dos grupos prácticamente independientes. El primero es la jerarquía que parte de la especificación “Batería”, que desemboca en las tres especificaciones de menor criticidad. Este árbol genera caminos que pasan por todas las especificaciones salvo dos: la calidad de imagen, que es una especificación de alta criticidad; y la velocidad del viento, que es únicamente dependiente de la calidad de imagen. Estas dos especificaciones conforman el segundo de los grupos, y desemboca en las especificaciones de ergonomía y durabilidad.

Además, en la Tabla 26, se puede observar que la batería agrupa el parámetro de “Criticidad” más alto, y uno de los parámetros de “Actividad” más elevados de la tabla. En comparación con la calidad de imagen, la batería presenta valores muy superiores. Esto denota que la especificación más crítica de todas es la referente a la batería, quedando la calidad de imagen a un nivel de criticidad muy inferior. Por ello, se prestará principal interés a la primera jerarquía, quedando a un lado la de la calidad de imagen.

Una vez establecida la criticidad de las especificaciones, se obtiene una guía de actuación para mejorar el producto. Este diagrama nos indica de manera sencilla y visual cómo proceder en el abordaje de las especificaciones del producto, permitiendo centrar los esfuerzos en mejorar aquellas que se consideran más críticas.

### 4.1.2 Simplificación por Secuencia

Mediante la simplificación por secuencia, se obtienen todas las etapas que deben seguir tanto el usuario como el dron para el correcto funcionamiento de la aeronave. Esto permite desgranar el problema en trozos más pequeños, facilitando enormemente la comprensión y el establecimiento de mejoras funcionales y de diseño. Además, permite visualizar posibles redundancias o procesos residuales.

Esta secuencia se describe para un uso habitual del dron, sin tenerse en cuenta los casos excepcionales o que presenten una incorrecta utilización de la aeronave. Se ha decidido que la secuencia que se va a describir es la de transporte de alguna mercancía, ya que se ha considerado como el caso más general. El resto de casos, planteará pequeñas variaciones en dicha secuencia.

La secuencia de actuación quedará:

1. Apertura de la caja de transporte del dron.
2. Extracción del sistema de control del dron.
3. Extracción del cuerpo del dron de su caja de transporte.
4. Extracción de las patas del dron de la caja de transporte.
5. Montaje de las patas del dron.
6. Extracción de las alas y cola del dron de la caja de transporte.
7. Montaje de las alas y cola del dron.
8. Extracción de la batería cargada de la caja de transporte.
9. Montaje de la batería en el dron.
10. Extracción del depósito de transporte de mercancías.
11. Apertura del depósito de transporte.
12. Introducción de los elementos a transportar en el deposito.
13. Cierre del depósito de transporte.
14. Montaje del deposito de transporte en el dron.
15. Extracción de las hélices de los rotores de la caja de transporte.
16. Montaje de las hélices en el dron.
17. Inspección visual del dron.
18. Encendido del sistema de control del dron.
19. Encendido del dron.
20. Comprobaciones pre-vuelo por parte del dron.
21. Envío de mensaje de “Todo correcto” al operario por parte del dron.
22. Establecimiento de ruta de vuelo y puntos de operación.
23. Envío de datos de ruta al dron.
24. Despegue vertical del dron.
25. Transición de modo multirrotor a modo de ala fija.
26. Vuelo en modo automático hasta los lugares de operación.
27. Transición de modo de vuelo de ala fija a modo multirrotor.
28. Aterrizaje y entrega de mercancías o realización de la tarea asignada.
29. Extracción del depósito de mercancías del dron. (\*)

Una vez realizada las tareas designadas, debe recorrerse la secuencia en sentido contrario, es decir:

30. Montaje del depósito de almacenaje en el dron. (\*)
31. Comprobaciones pre-vuelo. (\*)
32. Envío de mensaje de “Todo correcto” al operario por parte del dron. (\*)
33. Despegue vertical del dron. (\*)
34. Transición de modo multirrotor a modo de vuelo de ala fija.
35. Vuelo en modo automático hasta los lugares de operación.
36. Transición de modo de vuelo de ala fija a modo multirrotor.
37. Aterrizaje del dron.
38. Comprobaciones post-vuelo por parte del dron.
39. Envío de resumen de vuelo y parte de incidencias al operario.
40. Apagado del dron.
41. Apagado del sistema de control.
42. Desmontaje de hélices del dron.
43. Guardado de hélices en la caja de transporte.
44. Desmontaje del deposito de almacenaje del dron.
45. Apertura del deposito de almacenaje.
46. Vaciado del depósito de almacenaje.
47. Cierre del depósito de almacenaje.
48. Guardado del depósito de almacenaje.
49. Desmontaje de la batería del dron.
50. Guardado de la batería en la caja de transporte.
51. Desmontaje de las alas y cola del dron.
52. Guardado de las alas y cola del dron en la caja de transporte.
53. Desmontaje de las patas del dron.
54. Guardado de las patas del dron en la caja de transporte.
55. Guardado del cuerpo del dron en la caja de transporte.
56. Guardado del sistema de control.
57. Cierre de la caja de transporte del dron.

(\*) Únicamente cuando el dron tiene que aterrizar para realizar una entrega de mercancías.

Una vez definida la secuencia de operación del dron, se podrán plantear distintos conceptos de producto, los cuales mejoren una o varias de las etapas de la secuencia, optimizándolas o eliminándolas. Esto se realiza en el siguiente apartado.

## 4.2 Conceptos iniciales

Tras haberse obtenido la matriz de influencia y la simplificación por secuencia, se cuenta con una gran cantidad de información. Esta va a ser utilizada para la generación de distintas ideas, las cuales intentarán mejorar la funcionalidad del dron, centrándose en aquellas especificaciones que presenten una mayor criticidad.

Esto se ve reflejado en la creación de distintos conceptos del producto. Con ellos se busca mejorar aquellas métricas más críticas, así como reducir la complejidad de la secuencia de operación. En la descripción de cada uno, se indican cuáles de estas especificaciones se pretende mejorar, así como las etapas a las que afectaría cada uno de dichos conceptos.

Los conceptos iniciales son los siguientes:

1. Dron multirrotor con chasis de avión.
2. Dron con alas desplegables.
3. Dron “columna”.
4. Dron estilo “Harrier”.
5. Dron tipo helicóptero-avioneta.
6. Dron con alas móviles tipo “Osprey”.

A continuación, se procede a definir cada uno de estos conceptos. Además, se indica qué etapas de la secuencia mejora o elimina, y qué especificaciones del producto mejora.

Una vez se hayan definido esta serie de conceptos iniciales, deberán ser sometidos a un proceso iterativo de selección, en el que se obtendrán aquellas opciones que sean más viables y atractivas.

### 4.2.1 Concepto 1: Dron multirrotor con chasis de avión

Este primer concepto resulta de la combinación forzada entre ambos tipos de aeronave. Presenta el chasis de un dron de ala fija. Sin embargo, tiene cuatro motores colocados de forma similar a un multirrotor. Además, cuenta con un motor adicional en la cola o parte posterior, que lo propulsa en el eje horizontal, lo que le permite volar en modo avión.

Con respecto a las especificaciones, este modelo presenta una mejora considerable en el precio de la aeronave, puesto que el hardware y software necesarios no son difíciles de desarrollar. Además, el diseño es bastante sencillo, por lo que también se reducen costes en la fabricación.

Sin embargo, cuenta con una serie de inconvenientes. Este modelo presenta una gran envergadura, lo que dificulta su funcionalidad y reduce su resistencia a las ráfagas de viento. Además, su capacidad de carga es limitada, debido a que solo es propulsado por un motor en el modo de vuelo horizontal.

Con respecto a la secuencia, permite eliminar la instalación de patas, puesto que la aeronave puede aterrizar sobre el fuselaje debido a su tamaño. A pesar de ello, puede plantear problemas a la hora de transportarlo, debido al gran tamaño de sus alas y fuselaje.

A continuación, en la Ilustración 7 se muestra el diseño preliminar de este concepto:



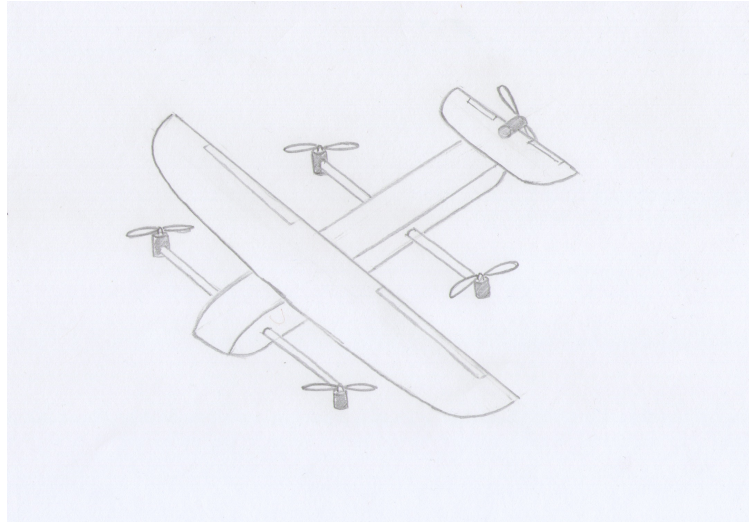
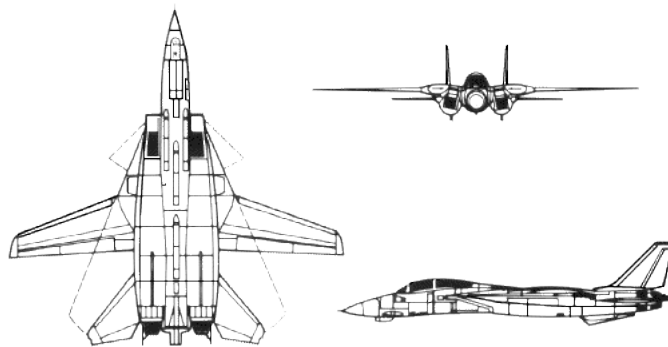


Ilustración 7: Diseño del Concepto 1

#### 4.2.2 Concepto 2: Dron con alas desplegables

Este modelo se inspira en el caza de combate “Grumman F-14 Tomcat”, un avión capaz de adelantar o retrasar sus alas. Esto le permite alcanzar velocidades supersónicas y, a su vez, volar a velocidades subsónicas con gran facilidad, aportando una gran maniobrabilidad, sobre todo, en los aterrizajes y despegues. Por ello, este modelo se ha utilizado con frecuencia en portaaviones. A continuación, se muestra el diseño del Tomcat:

Ilustración 8: Planos del Grumman F-14 Tomcat (Fuente: [www.navy.mil](http://www.navy.mil))

En el caso del dron, el plegado y desplegado de las alas busca cubrir dos funciones principalmente. La primera es facilitar el transporte y ensamblaje, y la segunda facilitar el modo de vuelo a la hora de trabajar como multirroto.

Con la primera función, se pueden eliminar varios pasos de la secuencia, que además presentan un peso importante con lo que al tiempo se refiere. Esta habilidad permitiría suprimir, por ejemplo, el ensamblaje y desmontaje de las alas del dron. Además, al ir todo incorporado en el cuerpo de la aeronave, facilita en gran medida su transporte y su manejo en tierra.

Con la segunda función principal, se consiguen mejorar ciertas especificaciones que no cumplía el concepto anterior. Este modelo permite retraer las alas cuando el dron deba realizar alguna operación a modo multirroto, lo que aumenta su resistencia frente a ráfagas de viento. Además, ataca fundamentalmente a las dimensiones de

la aeronave, lo que mejora sustancialmente esta especificación. Junto a esto, el ajuste de las alas del dron permite, al igual que en el caza, adaptarse para alcanzar velocidades mayores, permitiendo aumentar la velocidad máxima alcanzable.

Sin embargo, la habilidad de adaptación de las alas presenta una fuerte desventaja: el aumento de los costes y, por tanto, el aumento del precio final. Esto viene provocado principalmente por la necesidad de elementos móviles que permitan adaptar la apertura de las alas. Además, plantea otra serie de dificultades, donde destaca el desarrollo de un hardware y un software adaptado a esta aeronave.

El diseño de este concepto es el que se muestra a continuación:

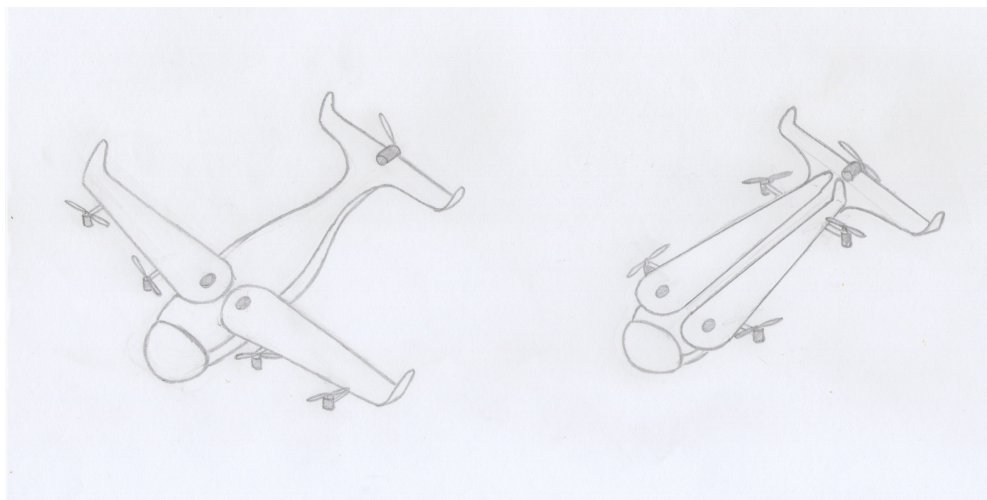


Ilustración 9: Diseño del Concepto 2

#### 4.2.3 Concepto 3: Dron “columna”

Este dron se basa en la idea de aterrizar y despegar con el fuselaje en posición vertical, como si de una columna se tratase. Cuenta con motores en las alas y en la parte superior e inferior del dron, con lo que permite despegar y aterrizar en modo multirrotor. Una vez alcanzada una altura considerable, el rotor de la parte superior de la aeronave aumentaría su potencia, consiguiendo situar de manera horizontal el fuselaje del dron. Con este sistema, no sería necesario un motor adicional, para el vuelo en horizontal, puesto que los cuatro motores ya instalados aportarían la suficiente potencia a la aeronave. Para volver al modo multirrotor, el dron aportaría más potencia con el motor de la parte inferior del fuselaje, hasta dejar este completamente vertical.

Este concepto mejora la batería, puesto que en los dos modelos expuestos anteriormente se empleaban cinco motores, y en este únicamente se utilizan cuatro. Además, permite adaptar muy bien la velocidad de vuelo, puesto que, en modo horizontal, puede propulsarse empleando dos o cuatro de los rotores presentes en el dron, permitiéndole ser más rápido que los conceptos anteriormente descritos.

Sin embargo, este concepto puede presentar problemas a la hora de los despegues y aterrizajes, debido a la inestabilidad intrínseca a colocar el fuselaje de manera vertical. Esto puede reducir bastante la durabilidad del dron. Además, al emplear entre dos y cuatro motores a la vez, el consumo de batería será mayor, lo que implicará una reducción del tiempo de vuelo, y, por tanto, del alcance.

A continuación, se muestra el diseño ideado para este concepto de producto:

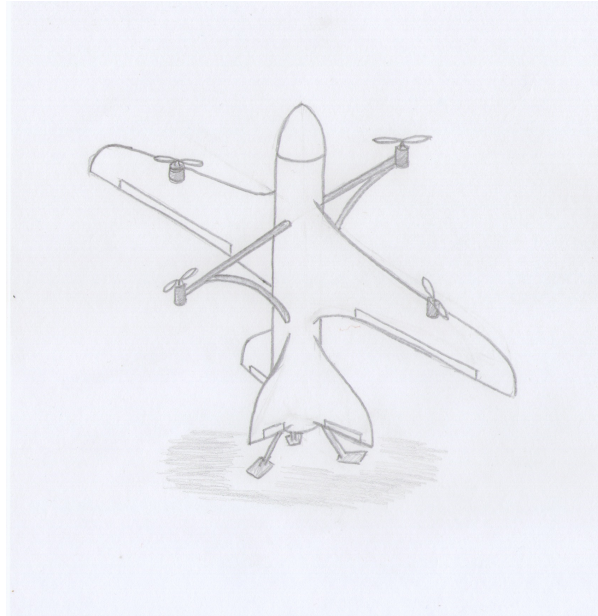


Ilustración 10: Diseño del Concepto 3

#### 4.2.4 Concepto 4: Dron estilo “Harrier”

Este concepto está inspirado en la forma de despegar y aterrizar de los aviones de combate “Harrier”, los cuales tienen la habilidad de despegar de manera vertical, y volar de forma horizontal. Esto es posible gracias a la tobera de salida del turbo reactor, y a un elemento de propulsión auxiliar situado en el centro del fuselaje. A continuación, se muestra una imagen de un F-35B, un modelo de caza que utiliza el mismo sistema de despegue que el “Harrier”:

Ilustración 11: Despegue de un F-35B (Fuente: [www.hispaviación.es](http://www.hispaviación.es))

El concepto que se propone, por tanto, presenta un chasis típico de ala fija. En el interior de sus alas, se encuentran dos de los cuatro motores. Estos se destapan en el momento de despegue y aterrizaje, y se cubren cuando el dron procede a volar en horizontal. Los otros dos motores sobresalen por la parte frontal de las alas. Estos pueden rotar, permitiendo colocar las hélices tanto vertical como horizontalmente.

Al presentar un chasis similar al de ala fija, se evita la necesidad de montar las alas. Por tanto, se ahorraría una cantidad de tiempo importante en su montaje y desmontaje. Contaría además con un compartimento de fácil acceso para la batería, lo que permitiría una mayor agilidad en su puesta en marcha. Con respecto a las hélices, solo se deberían montar y desmontar los dos exteriores, lo que reduciría también parte de la secuencia.

Además, al estar construido con un chasis de dron ala fija convencional, presenta una baja resistencia aerodinámica, con lo que permite alcanzar grandes velocidades y, optimizando la batería, puede cubrir grandes

distancias.

Sin embargo, el diseño de esta aeronave requiere que los elementos que transporte no presenten demasiado peso, siendo además cargas de pequeño volumen, para evitar que estos afecten demasiado a la aerodinámica de la aeronave.

El diseño ideado para este concepto es el siguiente:

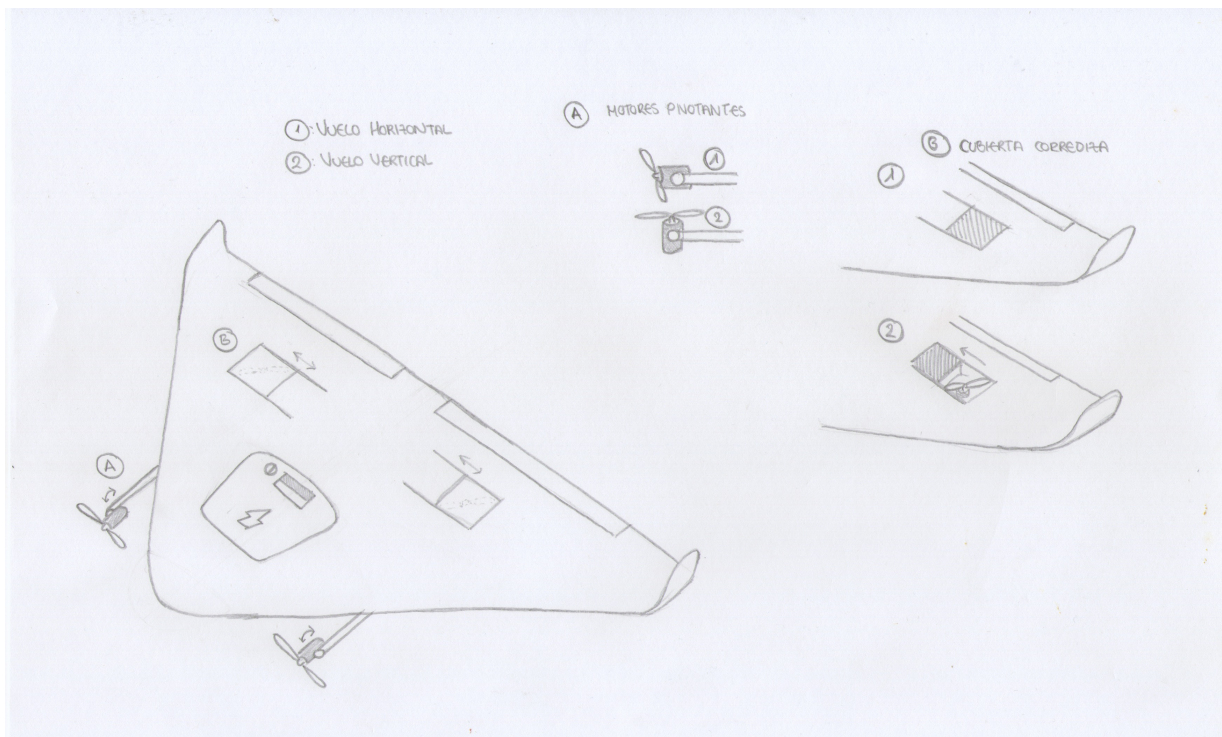


Ilustración 12: Diseño del Concepto 4

#### 4.2.5 Concepto 5: Dron tipo helicóptero-avioneta

Este concepto es una variante del dron “columna” descrito anteriormente. En este caso, la aeronave presenta el fuselaje típico de una avioneta. En la parte frontal, se sitúa un motor de gran potencia con una hélice de grandes dimensiones. Además, en las esquinas frontales extremas de las alas, posee dos pequeños motores (uno en cada una), para facilitar los despegues y aterrizajes, que se realizan también de manera vertical. Adicionalmente, podrá incluir otro motor en la cola, que permita mejorar aún más el control de la aeronave en los despegues y aterrizajes.

Una vez se encuentre a una altura suficiente, el dron pasará a volar de manera horizontal, haciendo uso exclusivamente del motor de grandes dimensiones situado en el morro. El resto de motores permanecerán inactivos hasta que se vuelva a cambiar a modo de vuelo multirrotor, para aterrizajes, despegues o cualquier otra operación.

Este tipo de dron presenta una ventaja importante, y es su capacidad de cargar objetos. Al presentar un motor de alta potencia, permite despegar con cargamento pesado. Sin embargo, esto supone la necesidad de incluir grandes baterías, lo que haría que la aeronave fuese bastante pesada y difícil de transportar. Además, las grandes dimensiones del dron y su elevada carga, limitan su alcance y su velocidad de vuelo.

En la Ilustración 13 se muestra el diseño que se plantea para este concepto:



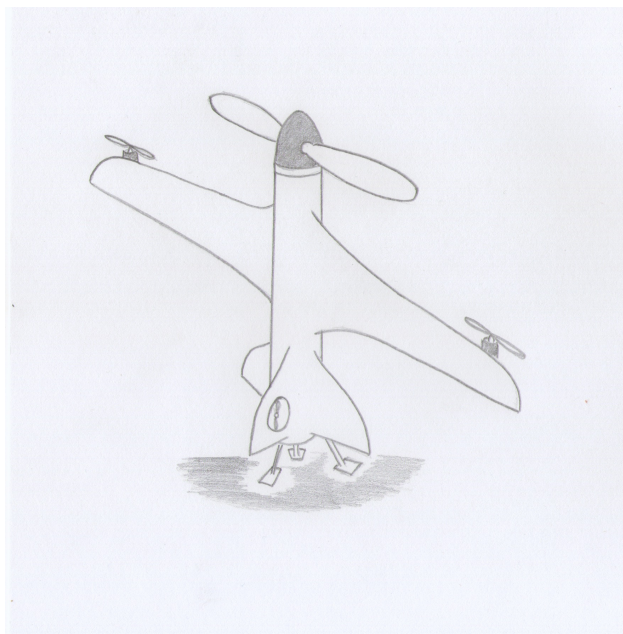
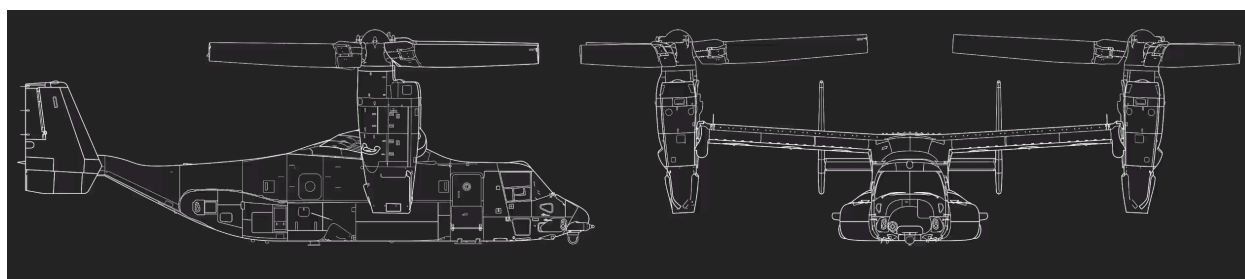


Ilustración 13: Diseño del Concepto 5

#### 4.2.6 Concepto 6: Dron con alas móviles tipo “Osprey”

Este dron se inspira en el modelo “Bell Boeing V-22”, más conocido como “Osprey”. Esta aeronave presenta la particularidad de que sus grandes motores pivotan, permitiéndole volar tanto a modo de helicóptero como de avión. Así, permite realizar labores de transporte de manera rápida, sin necesidad de grandes espacios para aterrizar o descargar. Por ello, es un vehículo polivalente, que se utiliza tanto para el transporte de mercancías como para el transporte de personas. A continuación, se muestra una imagen de este tipo de aeronave:

Ilustración 14: Planos del Bell Boeing V-22 Osprey (Fuente: [www.bellflight.com](http://www.bellflight.com))

Este concepto plantea la posibilidad de mover sus alas, manteniendo el fuselaje en horizontal en todo momento, y únicamente poniendo sus alas y la cola en vertical, de manera que pueda emular el sistema de vuelo del Osprey. Así, podrá realizar la transformación de modo multirrotor a ala fija y viceversa, de manera rápida y sencilla.

Este diseño permite una gran capacidad de carga a la aeronave. Al estar propulsada por cuatro motores, permite obtener una velocidad de vuelo elevada. Además, estos rotores otorgan una mayor estabilidad y resistencia frente a rachas de viento.

Una característica de este dron es, además, su fácil transporte. El dron permite que sus alas roten hasta colocarse paralelas al fuselaje, de manera que no sea necesario desmontarlas para su transporte en tierra. Las patas también están incorporadas en el fuselaje, lo que reduce aún más el tiempo de montaje y desmontaje. Así, se reduce la secuencia de operación con respecto a otros conceptos.

A pesar de su elevada velocidad de vuelo, presenta limitaciones debido al tamaño de las cargas que transporta.

Esto implica que el alcance del dron será menor cuanto mayor sea la carga que transporta.

A continuación, se muestra el diseño seleccionado para este concepto:

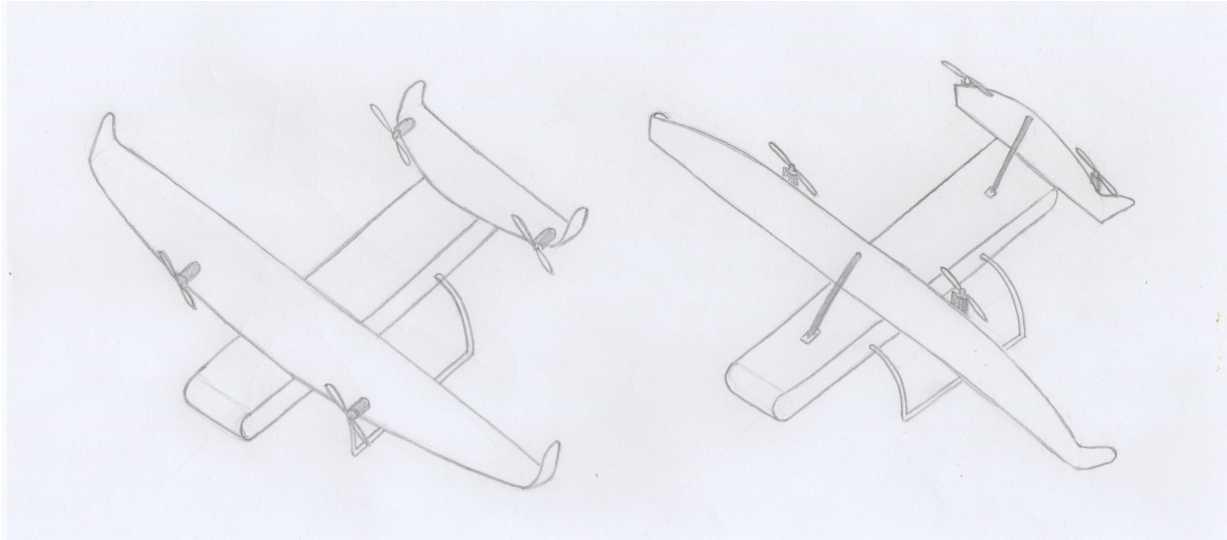


Ilustración 15: Diseño del Concepto 6

### 4.3 Matriz de Pugh

Una vez establecidos los conceptos iniciales, se deben comparar entre sí para obtener el concepto final. Para ello, se plantea un proceso iterativo basado en la comparación de los modelos respecto a las especificaciones y necesidades que debe cumplir el producto. El procedimiento a seguir es el siguiente.

Se colocan en vertical aquellas necesidades y especificaciones que se consideren más importantes y que no aporten la misma información. Estas necesidades redundantes son:

- Batería.
- Velocidad.
- Cámaras.
- Alcance.
- Resistencia.

Con respecto a las especificaciones, en los diseños no se tienen en cuenta algunas de ellas, por lo que también serán descartadas del modelo. Estas especificaciones descartadas son:

- Durabilidad.
- Calidad.
- Calidad de imagen.

Sumado a la columna de especificaciones y necesidades, se incluye una contigua con la prioridad de cada una. Esta prioridad va en orden decreciente, de manera que el elemento prioritario presente el mayor valor, y el menos prioritario, el menor de ellos.

Para las especificaciones, se ponderará de 10 a 1. Las dos necesidades incluidas en el modelo, en cambio, se ponderarán con un 10 la más importante, y con un 5 la menos importante. Esto es así para que puedan competir con las especificaciones, ya que son necesidades primarias del producto y, por tanto, reflejan la opinión directa de los clientes potenciales.

En horizontal, se colocan todos los conceptos iniciales o los supervivientes de iteraciones previas.

El siguiente paso es seleccionar uno de los conceptos como “Datum”. Este concepto se tomará como referencia a la hora de comparar. Para ello, toda la columna correspondiente a ese concepto se rellena con ceros. A continuación, en cada fila de la matriz, se comparan los conceptos con respecto a la necesidad o especificación correspondiente a dicha fila, pudiendo darse los tres casos siguientes:

- Si el concepto estudiado es mejor que el concepto “datum”, la casilla se rellenará con un “1”.
- Si el concepto estudiado es similar al concepto “datum”, la casilla se rellenará con un “0”.
- Si el concepto estudiado es peor que el concepto “datum”, la casilla se rellenará con un “-1”.

A continuación, se multiplican los valores de cada fila por la prioridad de cada necesidad o especificación, y se suman los valores ponderados para cada columna. Con ello, se obtiene un determinado valor. El concepto ganador será aquel que presente el valor más elevado de todos.

Una vez obtenido el concepto ganador, se generan nuevos diseños, combinando características de todos los conceptos presentes en la iteración. Estos se comparan con el ganador en la siguiente iteración.

El procedimiento concluirá cuando el concepto ganador sea muy superior al resto, o sea ganador en varias iteraciones consecutivas.

### 4.3.1 Primera iteración

En este caso, se comparan entre sí todos los conceptos iniciales. Para ello, se considerará como “datum” el primer concepto: Dron multirrotor con chasis de avión. A continuación, se muestra la matriz de Pugh correspondiente a la primera iteración:

Matriz de Pugh		Prioridad	Concepto 1	Concepto 2	Concepto 3	Concepto 4	Concepto 5	Concepto 6
Especificaciones	Peso	6	0	-1	-1	1	-1	-1
	Dimensiones	1	0	1	-1	1	-1	1
	Ergonomía	4	0	1	-1	1	-1	1
	Rango	8	0	0	-1	1	0	1
	Batería	5	0	0	0	1	1	1
	Funcionalidad	10	0	1	-1	1	-1	1
	Vel. Máxima	2	0	0	0	1	-1	1
	Potencia	3	0	0	1	1	1	1
	Vel. Viento	7	0	1	0	1	-1	1
	Precio	9	0	-1	-1	-1	-1	-1
Necesidades	Cargamento	10	0	0	0	-1	-1	1
	Seguridad	5	0	1	-1	1	-1	1
Total			0	12	-40	32	-46	40

Tabla 28: Matriz de Pugh: Primera iteración

Como se puede observar en la Tabla 28, el concepto ganador es el sexto, concretamente el “Dron con alas móviles tipo Osprey”. Este modelo se comparará ahora con la combinación de conceptos perdedores. Además, en la siguiente iteración, será tomado como “Datum”.

A continuación, se generan los nuevos conceptos, que competirán con el ganador en la siguiente iteración.

### 4.3.2 Nuevos conceptos tras la primera iteración

En la Tabla 28 se puede observar que el concepto 4 es el más prometedor para competir contra el ganador. Por ello, se tomará de referencia en varios de los nuevos diseños. Por el contrario, los conceptos 3 y 5, referentes al “Dron columna” y al “Dron tipo helicóptero-avioneta” respectivamente, presentan valores excesivamente bajos. Esto nos indica que no serán buenos padres con los que realizar mutaciones entre conceptos. Por ello, no se tomarán como referencia en los nuevos modelos.

#### 4.3.2.1 Concepto 7: Dron de ala fija con motores pivotantes

Este nuevo concepto se genera mediante la combinación del ganador con el segundo mejor. En este caso, se ha optado por diseñar un dron con la forma típica de uno de ala fija (forma triangular), el cual posee cuatro motores que sobresalen del chasis. Dos de ellos se encuentran en la parte frontal de la aeronave, sobresaliendo de las alas. Los otros dos motores se encuentran en la parte trasera de las mismas.

La característica fundamental que diferencia a este concepto del inspirado en el “Harrier” (concepto 4), es que los motores pueden pasar de posición vertical a horizontal. De esta manera, cuando el dron vuele en modo multirrotor, los motores se orientarán perpendicularmente al suelo; y cuando el dron vuele en modo de ala fija, estos se orientarán paralelos al suelo.

Esto implica que cuando vuele en horizontal, podrá aumentarse o reducirse la velocidad, tanto variando la potencia que llega a cada rotor, como encendiendo o apagando los motores traseros, propulsándose únicamente con los dos delanteros.

De esta manera, se evitaría mover todas las alas, lo que podría suponer una gran dificultad técnica y podría



mermar la durabilidad del producto. Moviendo únicamente los motores, además, se necesita una menor potencia en los servos. Esto supondrá un ahorro energético, que deberá tenerse en cuenta a la hora de dimensionar las baterías, que, a su vez, reducirían el peso de la aeronave. Con ello podría mejorarse su velocidad máxima, a costa de reducir la resistencia a ráfagas de viento.

Además, al poseer el fuselaje con la silueta típica de un dron de ala fija, no es necesario realizar montaje ni desmontaje de alas ni cola, lo que reduce notablemente la secuencia de operación.

Sin embargo, sigue presentando problemas con lo que respecta al cargamento, ya que este tipo de aeronaves no es capaz de cargar mercancías pesadas.

A continuación, se muestra el diseño ideado para este concepto:

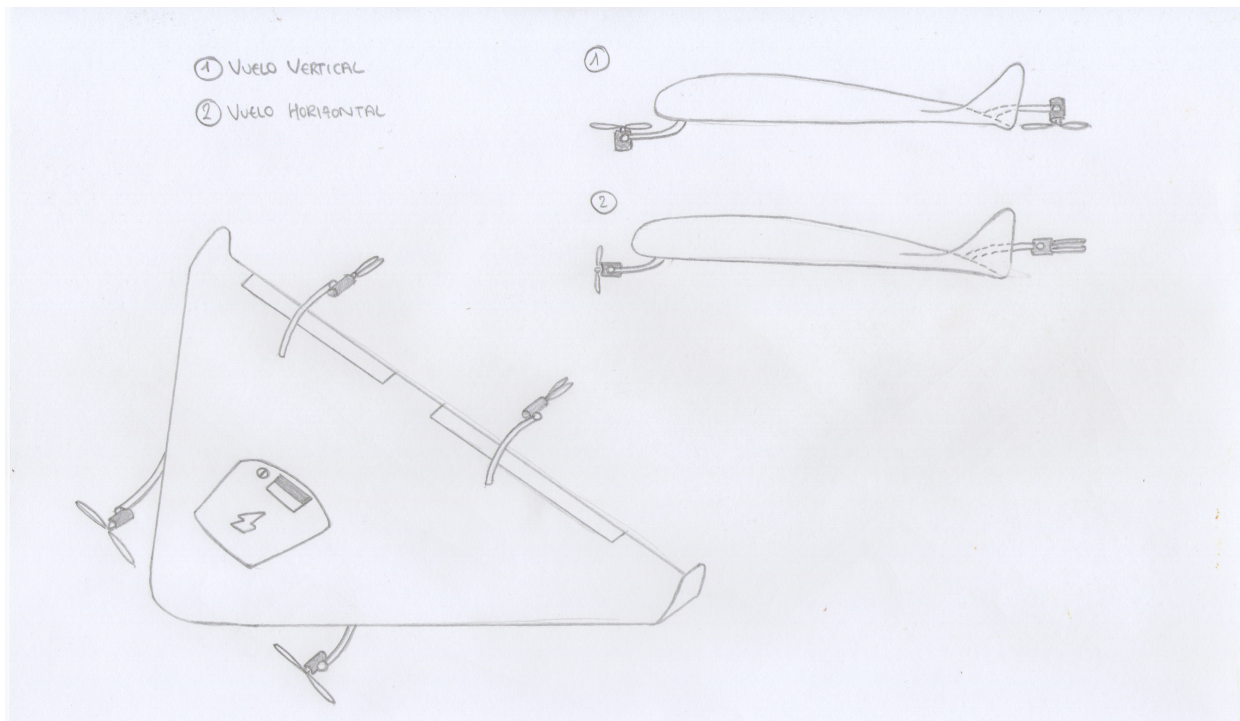


Ilustración 16: Diseño del Concepto 7

Como puede observarse en la Ilustración 16, este modelo es muy similar en forma al concepto 4. Únicamente cambiarían los motores traseros que, en lugar de estar en el interior del chasis, se encontrarían en el exterior.

#### 4.3.2.2 Concepto 8: Dron con motores pivotantes estilo rapaz

Este concepto es prácticamente igual al anterior, con la salvedad de que este dron no presenta el chasis de un ala fija, sino que se asemeja más a la silueta de un ave rapaz. Con ello, se busca explorar la posibilidad de incluir los motores pivotantes en otro tipo de aeronave.

El concepto que se propone es el de un dron híbrido entre un avión convencional y uno de ala fija. Consta de un fuselaje integrado con las alas, y una cola para aumentar la estabilidad y maniobrabilidad. Las alas podrán desmontarse para facilitar el transporte. También las patas de la aeronave podrán ser retiradas para facilitar dicho transporte.

Presenta una ventaja fundamental frente al dron tipo “Harrier”, y es la capacidad de cargar con mercancías de mayor peso y tamaño. Además, con el diseño del fuselaje se pretende evitar al máximo las pérdidas por rozamiento, permitiendo que la aeronave alcance velocidades altas en vuelo. Con ello también se busca la optimización de la batería y la consecuente reducción del peso de la misma, que se refleja directamente en el peso del dron.

Sin embargo, esta aeronave presenta unas dimensiones mayores a las del tipo “Harrier”, lo que reduce su resistencia frente a ráfagas de viento. Aún así, esto podría solucionarse estabilizando la aeronave con la cola, o aumentando el tamaño de los motores.

A continuación, se muestra el diseño preliminar de este concepto de aeronave:

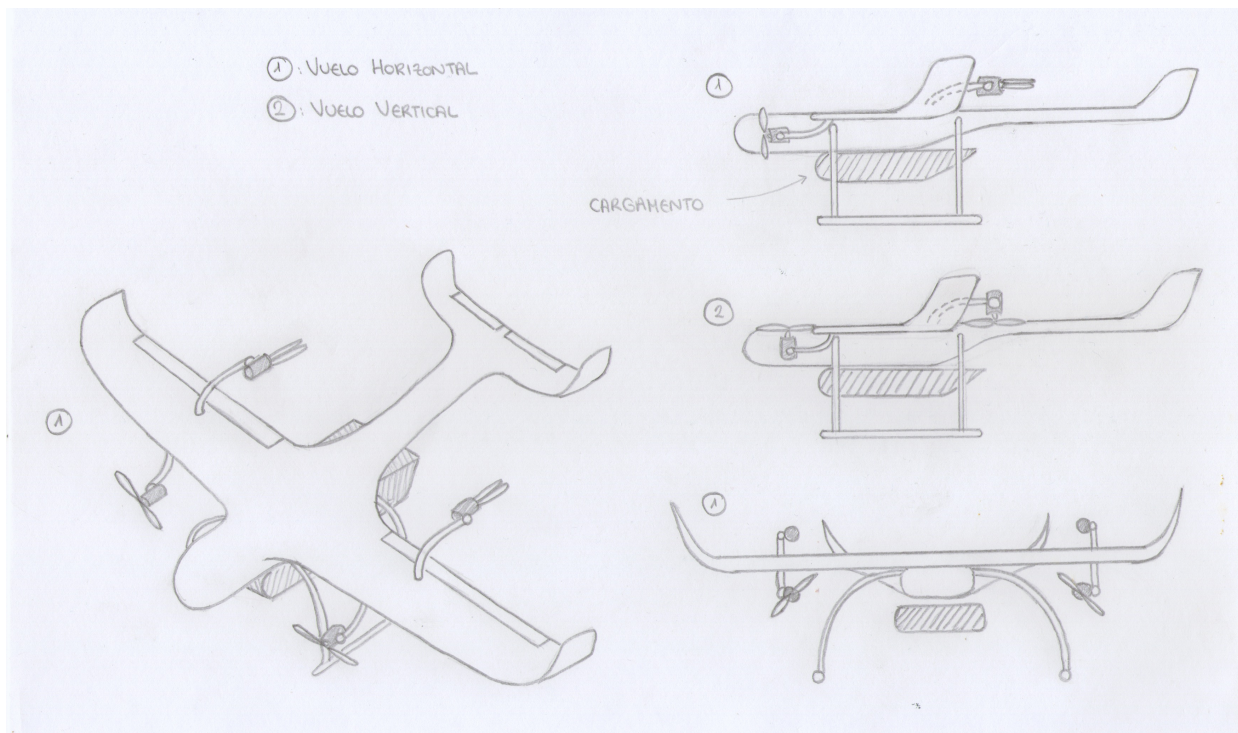


Ilustración 17: Diseño del Concepto 8

#### 4.3.2.3 Concepto 9: Dron desplegable con motores pivotantes

El último concepto que se propone combina las características del ganador con las del concepto 2. Este último consistía en una aeronave que plegaba sus alas para favorecer tanto el transporte como el despegue, y las desplegaba una vez se disponía a volar de manera horizontal.

La propuesta actual consiste en el mismo dron con alas plegables. Sin embargo, en cada una de estas se encontrarían incorporados los 4 motores necesarios para funcionar en modo multirrotor. Mientras las alas estén plegadas, los motores se mantendrán en posición vertical, elevando la aeronave. Cuando las alas se desplegasen, los motores se situarían en posición horizontal, haciéndole ganar velocidad en un corto espacio de tiempo.

Adicionalmente, el motor que tenía el concepto 2 en la cola podrá usarse como motor de apoyo. Este también podrá pivotar, de manera que le otorgue mayor estabilidad al dron durante los despegues y aterrizajes, y permitiéndole alcanzar una mayor velocidad en el vuelo horizontal.

Este concepto ataca principalmente a las etapas de montaje y desmontaje de la secuencia de operación, consiguiendo poner la aeronave en el aire de manera más rápida que el resto de conceptos. Además, la capacidad de plegado del dron permite un mejor manejo en tierra, facilitando su transporte.

También permite alcanzar mayores velocidades en modo multirrotor, ya que reduce la superficie que ofrecen resistencia aerodinámica. Esto, además, favorece su resistencia a rachas de viento.

Sin embargo, existen grandes problemas con este concepto. El primero de ellos es el consumo de batería, provocado por la incorporación de un motor extra y el plegado y desplegado de las alas. Otro problema es la dificultad técnica que presenta, que puede afectar directamente al precio y durabilidad del dron. El último problema importante que presenta es el de la difícil programación de este tipo de drones, con tantos elementos

móviles. A todo esto, se le suma un aumento de peso, provocado tanto por el tamaño de la batería como por el número de componentes adicionales que contiene.

A continuación, se muestra el diseño de este último concepto:

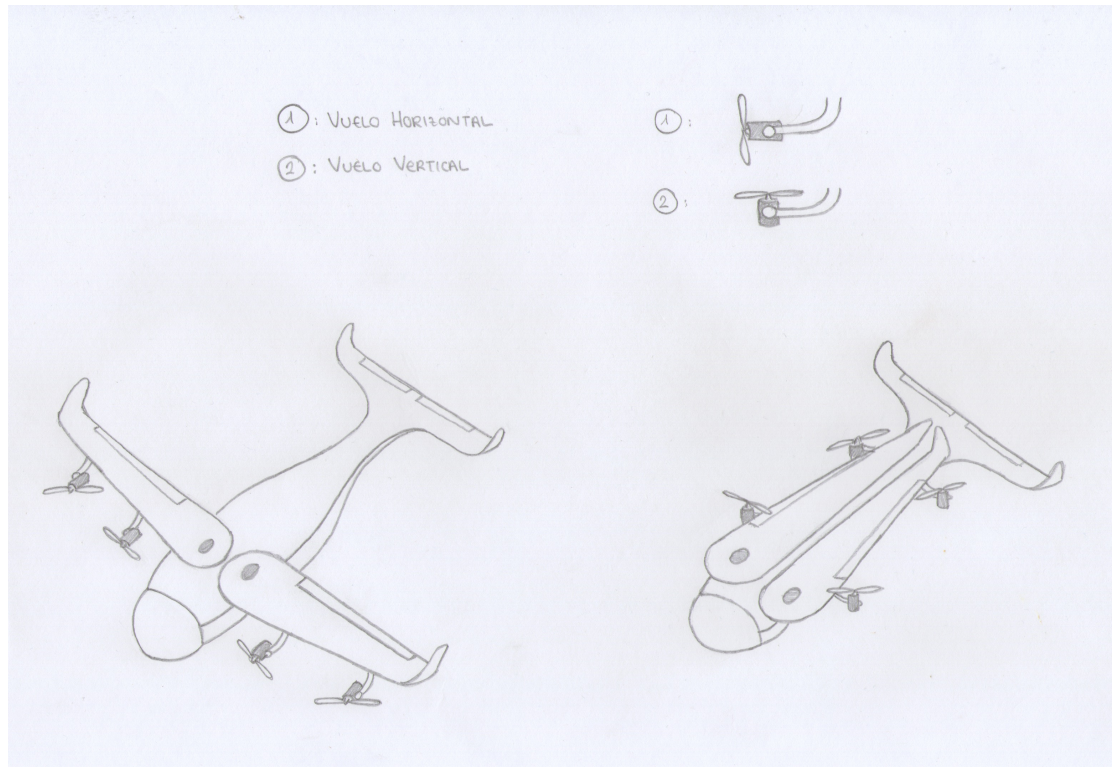


Ilustración 18: Diseño del Concepto 9

#### 4.3.3 Segunda iteración

Una vez obtenido el ganador en la primera iteración y generados los nuevos conceptos, combinación de los iniciales, se procede a realizar la segunda iteración en la matriz de Pugh. Para ello, se selecciona el anterior concepto ganador (concepto 6), como “Datum”. Este se comparará con los nuevos diseños, y se obtendrá un nuevo ganador.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la segunda iteración:



Matriz de Pugh		Prioridad	Concepto 6	Concepto 7	Concepto 8	Concepto 9
Especificaciones	Peso	6	0	1	0	-1
	Dimensiones	1	0	1	1	1
	Ergonomía	4	0	1	1	1
	Rango	8	0	0	1	-1
	Batería	5	0	1	1	-1
	Funcionalidad	10	0	0	1	0
	Vel. Máxima	2	0	1	1	1
	Potencia	3	0	-1	1	-1
	Vel. Viento	7	0	-1	-1	1
	Precio	9	0	1	0	-1
Necesidades	Cargamento	10	0	-1	1	1
	Seguridad	5	0	1	1	1
Total			0	12	41	-2

Tabla 29: Matriz de Pugh: Segunda iteración

Como se puede observar, los conceptos 7 y 8 mejoran el producto ganador de la anterior iteración, por lo que se estudiará su posible viabilidad como productos ganadores. El concepto 9, sin embargo, es prácticamente igual que el 6, por lo que se descartará como candidato a ganador, no teniéndose en cuenta en posibles futuras iteraciones.

Puede verse que el concepto 7, correspondiente al “dron de ala fija con motores pivotantes”, es mejor en la mayoría de especificaciones y necesidades. Sin embargo, si se presta atención y se analiza la tabla con detenimiento, se observa que no mejora las filas con mayor prioridad, empeorando alguna de estas. Como consecuencia, la puntuación total obtenida no es demasiado alta, y está penalizada por aquellas necesidades y especificaciones de mayor prioridad.

En la Tabla 29 puede observarse que la mayor puntuación se corresponde con el concepto 8. Además, la diferencia con respecto al segundo es bastante grande, por lo que puede considerarse que este concepto, además de ser el ganador en la segunda iteración, será el concepto final.

Este concepto marca la diferencia en las necesidades y especificaciones con mayor prioridad, lo que favorece su desmarque respecto de los competidores. En las especificaciones cabe destacar el aumento de la funcionalidad, que es aquella que mayor prioridad presenta. Además, en las necesidades mejora tanto el cargamento como la seguridad, lo que incrementa aún más esta diferencia.

## 4.4 Concepto ganador

Tras la realización de dos iteraciones en la matriz de Pugh, se ha conseguido obtener un concepto de producto que es claramente superior al resto. Este modelo ganador equivale al número 8, también denominado “dron con motores pivotantes estilo rapaz”. A modo de recordatorio, se determina que el dron aunaba las virtudes de los conceptos 4 y 6. Consiste en una aeronave con fuselaje similar a un ave rapaz, con la capacidad de pivotar sus motores, permitiéndole volar en modo multirrotor y ala fija.

Este concepto, además, es muy superior en cuanto a valoraciones frente al resto de competidores. Esto conlleva que no se realicen más iteraciones en el método, habiéndose obtenido una muy buena respuesta. Sin embargo, con un equipo dedicado a tareas de diseño e innovación, podrían seguir realizándose iteraciones, con altas probabilidades de encontrar un diseño mejor.

En lo que respecta a este proyecto, dos iteraciones son más que suficientes, pues el producto obtenido cumple con creces las necesidades expresadas por los clientes potenciales, además de las especificaciones establecidas para este tipo de productos.

Para analizar con detalle la validez de este concepto, se realiza un estudio sobre las ventajas y desventajas que presenta.

### 4.4.1 Ventajas

En primer lugar, se estudian las ventajas competitivas que presenta este dron, tanto respecto a los otros conceptos perdedores como a los productos que existen actualmente en el mercado. Esta serie de ventajas son:

- **Cargamento:** este concepto presenta una ventaja fundamental, y es la capacidad de cargar con objetos más pesados y voluminosos que aquellos que pueden transportar sus competidores. Con ello, se cubre una de las necesidades primarias requeridas por los clientes.
- **Seguridad:** el dron actual presenta una gran seguridad para el operario. Este concepto puede planear en caso de fallo en alguno de los motores, pudiendo incluso controlar el vuelo con el resto. En caso de fallo de varios de los motores, la forma aerodinámica del dron permite que este planee hasta localizar una zona para realizar un aterrizaje de emergencia.
- **Funcionalidad:** esta versión de la aeronave permite realizar aún más labores, debido a su capacidad de carga. Esto le permite transportar cámaras, equipos de medida o mercancías, entre otros, de manera simultánea, lo que aumenta enormemente su funcionalidad.
- **Rango:** la capacidad de carga del dron, unida a la forma aerodinámica y a la posibilidad de controlar su velocidad, permiten que la aeronave barra áreas de un mayor tamaño que sus competidores. Al poder transportar cargas pesadas, puede permitirse el lujo de transportar baterías de mayor tamaño, con lo que aumenta el tiempo de vuelo de la aeronave. También, el control de la velocidad con 2 o 4 motores permite utilizar esta energía de manera más eficiente. Esto, unido al perfil aerodinámico del dron, que reduce el rozamiento con el aire, consigue optimizar al máximo la duración de la batería.
- **Batería:** ligada a la ventaja anterior, el concepto ganador presenta una gran diferencia en el tamaño y optimización de la batería del dron, lo que le permite volar durante periodos de tiempo más largo de manera eficiente.

Esta serie de ventajas representan elementos o factores que añaden valor al producto, y que, por tanto, conviene explotar hasta sus límites. Una vez presentadas las ventajas del concepto ganador, se procede a describir las desventajas que tiene este diseño.

### 4.4.2 Desventajas

A continuación, se describen las desventajas del concepto. Estas representan las debilidades del mismo, con lo que se deberá intentar aminorar su efecto en el producto final. La lista de desventajas que presenta esta aeronave es la siguiente:

- **Precio:** un dron con estas características requiere de un sistema de montaje complejo. Además, cada una de las aeronaves está compuesta por un gran número de componentes, que, sumado a la calidad de los

materiales que se desean emplear, supone un incremento adicional en el precio. Si a esto se le añade la customización de cada uno de los drones, se obtiene un precio de venta al público elevado.

- Resistencia al viento: este modelo de dron presenta un inconveniente fundamental con respecto a alguno de sus competidores. El hecho de tener unas alas de tamaño mayor, produce que las rachas de viento (en especial las ascendentes y descendentes), produzcan una inestabilidad puntual en el vuelo de la aeronave.
- Peso: este dron tiene un tamaño mayor que el resto y es capaz de cargar elementos más pesados, lo que incurre en un incremento considerable del peso de la aeronave. Esto puede presentar problemas, sobre todo, a la hora de realizar los transportes del dron por tierra.

A pesar de que la aeronave presenta menos desventajas que ventajas, estas no son para nada despreciables. Por ello, se deberá trabajar para mejorar estos puntos, intentando transformar las desventajas en elementos diferenciadores frente a la competencia.

## 4.5 Conceptos auxiliares

Una vez estudiadas las ventajas y desventajas del producto ganador, se describirán aquellos conceptos auxiliares que este lleva asociado. Estos favorecerán la funcionalidad del dron y harán más atractivo el diseño original. Por ello, se considera de gran importancia dedicarles un apartado en este bloque.

Los conceptos auxiliares que se han ideado para este producto son los siguientes:

### 4.5.1 Kit de primeros auxilios con sistema de comunicación

Una de las necesidades principales, requerida por los encuestados, fue la de que el dron pudiese cargar cierto tipo de material. Más concretamente, se indicó que sería de gran utilidad que transportase un kit de primeros auxilios y un sistema de comunicación directa con los equipos de emergencia o rescate. Este tipo de material esta enfocado a zonas de difícil acceso o de grandes dimensiones, como parques naturales o estaciones de esquí.

Con este concepto se busca cubrir estas necesidades de los clientes. El diseño, por tanto, incorpora los dos elementos en un mismo contenedor. Además, este elemento auxiliar debe resistir impactos, por si la zona de rescate es demasiado inaccesible y hay que, o bien desprender el contenedor desde una cierta altura, o bien hay que bajarlo con un cable. Debe evitar que tanto los elementos de primeros auxilios como los de comunicaciones sufran daño en estas caídas, por lo que el depósito debe amortiguar adecuadamente los golpes.

Además, se considera que debe estar dotado de una pequeña baliza, para facilitar su rastreo en caso de que el dron deba abandonar la zona. Todo esto debe ser visible, tanto para las personas a las que se va a prestar el servicio, como para los equipos de emergencia, por lo que este instrumento debe estar pintado con colores que destaquen en el paisaje, como pueden ser el rojo, el naranja o el amarillo.

De forma alternativa, el kit puede estar formado únicamente por un desfibrilador. Este puede estar dirigido para zonas rurales, donde los equipos de emergencia tardan un tiempo mayor en llegar a los emplazamientos donde se encuentran las personas que lo necesiten.

### 4.5.2 Plataforma de recarga autónoma

En bloques anteriores se planteó la posibilidad de adaptar el dron para que su recarga fuese autónoma. Para ello, sería necesaria una plataforma que permitiese abastecer al dron de energía en cualquier momento. Como también se comentó, esta plataforma se alimentaría de energías renovables, con idea de causar el menor impacto negativo posible en el medio ambiente.

Esta plataforma estará diseñada de manera modular, de forma que se le puedan ensamblar otras plataformas de forma simple, como si de piezas de un puzle se tratasen. Esto permitiría adaptarse mejor al número de drones que el cliente necesite para realizar un determinado servicio.

El diseño de este tipo de plataformas es simple. Consiste en una superficie cuadrada y plana, apoyada sobre unas patas de altura regulable, que permiten su mejor adaptación al terreno. En la parte central de esta, se coloca una estructura de tronco de cono, con el diámetro más pequeño en contacto con la superficie de la plataforma. Dentro de este tronco (o “embudo”), se colocan las conexiones necesarias para la recarga del dron, y un código parecido al QR, con el que se facilitará la conexión autónoma del dron con la plataforma de recarga. Para ello, se dotará a la aeronave de un software de guiado mediante visión artificial. En el siguiente apartado, se describirá el sistema de recarga que debe portar el dron para que este sistema sea efectivo.

Las conexiones eléctricas irán solapadas a la zona inferior de la plataforma, completamente aislados para evitar su deterioro a causa de las inclemencias del tiempo. Además, esto facilitará la interconexión con distintas plataformas de recarga, sin necesidad de que todas ellas conecten de manera directa con las fuentes de alimentación.

La energía eléctrica necesaria se obtendrá de una serie de paneles solares, que podrán trabajar simultáneamente con aerogeneradores de pequeño tamaño (como los utilizados en veleros transoceánicos). Sin embargo, este tipo de instalaciones eléctricas debe estar conectada a la red de distribución, para abastecerse de energía por otros medios si las condiciones climáticas no permiten que se obtenga con la infraestructura instalada.

### 4.5.3 Sistema de aterrizaje adaptado a la plataforma de recarga

Para que el concepto anterior funcione, es necesario adaptar el sistema de aterrizaje del dron. Con esta idea, se le extraen las patas, y se le coloca el nuevo sistema de aterrizaje. Este consiste en una estructura ligera con forma de tronco cónico, con su diámetro superior en contacto con el dron, y el de menor diámetro apuntando hacia el suelo. De esta manera, cuando el dron baje a la plataforma, encajarían perfectamente, haciendo la recarga de este mucho más sencilla y eficiente.

Además de la estructura tronco cónica, el dron cargará con una pequeña cámara, la cual se utilizará para el sistema de guiado visual del dron. Con esto, se facilita enormemente la aproximación de la aeronave a la plataforma, simplificando la recarga.

La estructura debe ser lo más ligera y aerodinámica posible, a la par que resistente, con idea de que mantenga al dron fijo en la plataforma en situaciones donde la fuerza del viento sea elevada. Para esto, podrá incorporarse un electroimán en la punta de la estructura de aterrizaje, el cual, unido a otro situado en la plataforma, evitarían las vibraciones o el desprendimiento del dron a causa de fuertes vientos.

### 4.5.4 Depósito para transporte de mercancías

Con el objetivo de transportar distintas mercancías a lugares lejanos, debe diseñarse un contenedor adaptado a las necesidades de los clientes. Además, su diseño dependerá de la zona en la que vaya a utilizarse, así como de las condiciones meteorológicas de la misma.

En primer lugar, el depósito debe ser ligero y resistente. Para ello, se puede plantear la opción de elaborarlo con materiales como la fibra de carbono o el aluminio. También debe ser un depósito estanco, que evite la entrada de polvo o agua de lluvia, para minimizar la probabilidad de dañar su contenido. Para ciertas labores, el contenedor debe ser también aislante, para transportar mercancías a una determinada temperatura, como son, por ejemplo, las muestras de sangre o cierto tipo de medicamentos.

Otra característica fundamental que debe tener este contenedor es la de ser aerodinámico, para conseguir minimizar su impacto sobre el alcance de la aeronave. Esto puede perjudicar el volumen de la bodega de carga, por lo que se deberá buscar una solución de compromiso entre el rozamiento y la carga útil que se desea transportar.

Por último, este depósito puede contar con elementos adicionales, como son un sistema de descenso controlado (por ejemplo, con un hilo de pesca enganchado a la barriga del dron); un sistema de anclaje a superficies (por ejemplo, unos tacos para que se clave en la nieve y no deslice pendiente abajo); o elementos de flotación para evitar que este depósito se hunda. Este tipo de características se añadirán en función de las necesidades expresadas por el cliente.

### 4.5.5 Equipo de primera intervención para incendios

Esta es una variedad del apartado anterior. En este caso, el dron transportará una estructura capaz de contener entre cuatro y seis esferas antiincendios, producto que ofertan empresas como “Elide Fire”. Este tipo de sistema antiincendios consiste en unas pequeñas cargas que, al entrar en contacto con las llamas, explotan, apagando las llamas en el acto. Sin embargo, el radio de acción es bastante pequeño. Por ello, es necesario localizar el foco lo antes posible, para que esta primera intervención sirva para evitar que las llamas se sigan propagando.

En la zona central de este depósito, se sitúa una pequeña cámara infrarroja, cuyo objetivo será localizar de manera precisa el punto más caliente. Una vez encontrado, el dron se aproximará a una distancia prudente y soltará una carga antiincendios. Si las llamas no remiten, realizará esta misma operación hasta que se extingan o hasta que descargue todas estas cargas antiincendios.

Por último, el depósito deberá estar constituido con materiales resistentes a altas temperaturas, capaz de proteger tanto a la cámara como al sistema de liberación de las cargas antiincendios. También deberá proteger al sistema de retransmisión de imágenes a los equipos de emergencia, que deberá estar incluido en este mismo depósito.



## 4.6 Conclusiones del desarrollo del concepto

Tras haberse estudiado las necesidades de los clientes y haberse obtenido las especificaciones del producto, solo quedaba llevar a cabo el desarrollo del concepto. Para ello, inicialmente se estudió la criticidad de las especificaciones del producto, y posteriormente se realizó una simplificación por secuencia.

Con todo esto, se idearon una lista de conceptos, a los que se aplicó un método cuantitativo de selección. Una vez obtenido el concepto ganador, se describieron otros auxiliares, que podrían ser incorporados a este dron.

La aeronave ganadora cumple con la mayoría de necesidades de los clientes, ya sea de manera directa o con la implantación de los conceptos auxiliares anteriormente descritos. Esto refleja la importancia de todo el procedimiento de diseño, pues, partiendo de un folio en blanco, se ha conseguido obtener un producto que se adecua a las demandas de los clientes, poniendo en valor todas sus exigencias.

Como resultado de este procedimiento, se ha conseguido obtener un producto innovador, capaz de realizar un gran abanico de labores y tareas, con un diseño sencillo y elegante, y con elementos diferenciadores que lo hacen destacar frente a sus competidores.

En el último bloque de este proyecto, se estimará el aspecto financiero asociado a la empresa explotadora de este modelo de dron. Para ello, se calcularán los balances económicos, la cuenta de pérdidas y ganancias, simulaciones ante distintos escenarios, etc.

## 5 DOCUMENTO ECONÓMICO

Una vez se ha completado el desarrollo del concepto ganador, quedará únicamente determinar si es viable constituir una empresa dedicada al ensamblaje, abastecimiento de servicios y venta de este tipo de aeronaves. Es un bloque de gran importancia, puesto que, como se trata de un producto muy innovador, el riesgo que lleva asociado es considerablemente alto. Para conseguir obtener unos datos fiables en los que fundamentar la toma de decisiones, se realizará el balance económico de la empresa, se obtendrá de manera aproximada la cuenta de pérdidas y ganancias, se calcularán los ratios financieros más importantes y se realizarán simulaciones para el estudio de la viabilidad.

Cabe destacar que este bloque está sujeto a una alta variabilidad, puesto que, al no ser una empresa ya constituida, la mayoría de los datos se tomarán como estimaciones o aproximaciones, intentando que estas sean lo más fieles posible a la realidad.

### 5.1 Balance Económico

En primer lugar, se pretende obtener el balance económico que presentará la futura empresa. Este mostrará la situación económica y financiera de la sociedad en los momentos de su creación y puesta en marcha. Para desarrollar correctamente este tipo de documento, se deben definir previamente los elementos que lo conforman. En el caso de un balance económico, se deben distinguir dos grandes bloques:

- Activo: representa todos los bienes materiales e inmateriales que pertenecen a la empresa, así como las acciones u otra clase de derechos que se tengan. De forma simplificada, muestra en qué se invierte el capital de la empresa.
- Pasivo: representa todas las deudas contraídas para obtener los bienes presentes en el activo de la empresa, así como las obligaciones de pago a proveedores y acreedores. De manera simplificada, muestra de dónde se obtiene el capital de la empresa.

Cada uno de estos está, a su vez, subdividido en diferentes categorías. A continuación, se muestra la estructura de cada uno de estos elementos:

#### Activo:

- No Corriente o Inmovilizado: suele recoger bienes que requieren de más de un año para transformarlos en liquidez. A su vez, está dividido en tres categorías:
  - Inmovilizado material: conformado por los bienes materiales de la empresa que necesitan más de un año para venderse y así ser convertidos en liquidez.
  - Inmovilizado intangible: constituido por bienes inmateriales, como pueden ser concesiones administrativas, fondos de comercio, propiedades industriales o aplicaciones informáticas.
  - Inmovilizado financiero: aquí se incluyen todas las acciones, préstamos u obligaciones que tenga la empresa, que representen una inversión a largo plazo.
- Corriente o circulante: aquí se incluyen todas aquellas partidas que podrán ser transformadas en liquidez en un plazo de tiempo inferior a un año. Dentro de este elemento, se pueden diferenciar tres categorías:
  - Disponible: básicamente lo conforma el dinero que está presente en la caja de la empresa o en una cuenta corriente. Suelen contar con disponibilidad inmediata.
  - Existencias: conformado por bienes existentes en la empresa. Aquí se incluyen las materias primas obtenidas, los productos semielaborados y los productos terminados, entre otros.
  - Deudores: constituyen los derechos a cobrar que tiene la empresa frente a sus clientes, el dinero proveniente de pagos anticipados o efectos a pagar.

**Pasivo:**

- Patrimonio Neto o no exigible: básicamente, es la financiación propia de la empresa, compuesta tanto por los recursos propios como por los ingresos provenientes de ayudas y subvenciones.
  - Recursos propios: se compone de los recursos aportados por los socios de la compañía, así como aquellos fondos provenientes del resultado de ejercicios anteriores. También se incluyen las reservas de capital que los socios dejan en la empresa tras el reparto de beneficios. Existen distintos tipos de reserva: legal (se debe mantener una cierta cantidad de capital de manera obligatoria), estatutaria (según se recoja en los estatutos propios de la empresa); o voluntaria.
  - Subvenciones: se componen de ingresos que se reciben de manera distribuida en distintos ejercicios.
- Pasivo No Corriente: recoge tanto el exigible a medio como a largo plazo, es decir, cuya fecha de vencimiento es superior a un año. Incluye tanto los préstamos bancarios como las obligaciones de pago.
- Pasivo Corriente: formado por el exigible a corto plazo, es decir, las deudas contraídas que se pagarán antes de finalizar el año de ejercicio. Aquí se incluyen los pagos a acreedores y proveedores, los créditos bancarios a corto plazo, los cobros anticipados, los efectos a pagar y, en ciertos casos, el capital proporcionado por la Hacienda Pública como acreedora.

Una vez llevado a cabo esta diferenciación, se debe proceder a analizar la situación actual de la empresa. Por tanto, deberán decidirse los recursos necesarios para que la sociedad pueda comenzar con su actividad, diferenciando claramente entre los activos que se emplearán y los pasivos de los que provendrá el capital.

Un dato fundamental que no se ha mencionado es que, tanto la suma total de activos como la de pasivos y patrimonio neto deben ser iguales.

**5.1.1 Amortización**

Además, muchos de los bienes obtenidos pueden presentar una depreciación con el paso del tiempo, llegando a quedarse obsoletos. Por ello, debe tenerse en cuenta la amortización de dichos bienes. De manera simplificada, la amortización consiste en recuperar año tras año el importe total de uno o varios activos. Así, al final de la vida útil de estos, se contará con un capital equivalente al precio de adquisición de dicho producto.

La amortización, por tanto, es intrínseca a los activos no circulantes de la empresa, por lo que se incluirá dentro de este grupo. Sin embargo, al ser una cantidad negativa, se representará su valor entre paréntesis, lo que indica que va restando al resto de activos de la empresa.

Esta amortización, además, presenta una ventaja competitiva, puesto que reduce el tamaño total del activo, lo que implica una disminución proporcional del pasivo de la empresa. Con ello, se evita tener que aumentar la deuda, lo que supone un decremento de los intereses a pagar.

El coste del inmovilizado puede distribuirse de distintas maneras en el tiempo. La amortización puede seguir cualquiera de los siguientes métodos:

- Lineal: los gastos son iguales en todos los periodos.
- Acelerado o creciente: los gastos comienzan siendo más altos, y van disminuyendo con el paso del tiempo. Pueden emplearse varios procedimientos para ello, como el método de los números dígitos o el método de tasa constante.
- Desacelerado o decreciente: los gastos comienzan siendo bajos, y van incrementándose con el paso del tiempo. Aquí pueden aplicarse los mismos métodos que los definidos anteriormente, teniendo en cuenta que las cuotas se realizarían al contrario que en el método ascendente.

El tipo de amortización que se le debe asignar a cada uno de los elementos del inmovilizado dependerá de su importancia. Si es más necesario en los primeros periodos, se empleará el método ascendente. Si, por el contrario, es más útil en los periodos finales, se utilizará el método descendente. Y, por último, si su importancia es similar en todos los periodos, se empleará una amortización lineal. Como norma general, se empleará esta última.

### 5.1.2 Índice de Precios de Consumo (o IPC)

Habitualmente, el análisis de viabilidad de una empresa no se realiza para un único ejercicio, sino que se analiza para un determinado número de periodos. Esto lleva asociado un aumento anual de los precios de consumo, que vienen principalmente provocados por el valor del Índice de Precios de Consumo o IPC.

En el caso de este proyecto, el horizonte de análisis es de seis años. Esto es así principalmente por dos motivos. El primero es la duración del préstamo bancario, del que se hablará posteriormente, que tiene un plazo de devolución de los seis años mencionados. El segundo motivo es que, al ser una empresa de nueva creación que oferta un producto muy innovador, es complicado predecir a largo plazo la evolución que esta sociedad tendrá.

Puesto que el IPC es un índice muy dependiente de la situación económica del país, así como de el marco económico mundial, su valor es difícil de predecir. Sin embargo, en la literatura está muy extendido la asignación de un valor igual al 1,5% anual, basándose en los datos recogidos históricamente por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Este valor será el empleado para la realización del balance económico de la empresa.

### 5.1.3 Balance Económico de la empresa

Con todo lo descrito anteriormente, se pretende generar un balance para la empresa, que sea lo más fiel a la realidad posible. Así, el objetivo principal será el de obtener la situación patrimonial, económica y financiera de la sociedad.

A continuación, se muestra el balance correspondiente a esta empresa para los seis primeros ejercicios tras su puesta en marcha:

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	
<b>Activos</b>	<b>75.020,15 €</b>	<b>89.552,41 €</b>	<b>121.034,24 €</b>	<b>142.748,95 €</b>	<b>175.587,66 €</b>	<b>203.165,97 €</b>	
<b>Activo no corriente</b>	<b>23.520,00 €</b>	<b>17.415,00 €</b>	<b>11.310,00 €</b>	<b>5.205,00 €</b>	<b>5.137,50 €</b>	<b>5.070,00 €</b>	
<b>Inmovilizado inmaterial</b>	<b>1.837,50 €</b>	<b>1.225,00 €</b>	<b>612,50 €</b>	<b>- €</b>	<b>- €</b>	<b>- €</b>	
Gastos de investigación y desarrollo	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	Inmat.
Aplicaciones informáticas	450,00 €	450,00 €	450,00 €	450,00 €	450,00 €	450,00 €	
(Amortización Acumulada del inmovilizado inmaterial)	- 612,50 €	- 1.225,00 €	- 1.837,50 €	- 2.450,00 €	- 2.450,00 €	- 2.450,00 €	
<b>Inmovilizado Material</b>	<b>21.682,50 €</b>	<b>16.190,00 €</b>	<b>10.697,50 €</b>	<b>5.205,00 €</b>	<b>5.137,50 €</b>	<b>5.070,00 €</b>	
Maquinaria	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	Material
Utillaje	350,00 €	350,00 €	350,00 €	350,00 €	350,00 €	350,00 €	
Mobiliario	325,00 €	325,00 €	325,00 €	325,00 €	325,00 €	325,00 €	
Equipos informáticos	2.500,00 €	2.500,00 €	2.500,00 €	2.500,00 €	2.500,00 €	2.500,00 €	
Elementos de transporte	22.000,00 €	22.000,00 €	22.000,00 €	22.000,00 €	22.000,00 €	22.000,00 €	
(Amortización Acumulada del inmovilizado material)	- 5.492,50 €	- 10.985,00 €	- 16.477,50 €	- 21.970,00 €	- 22.037,50 €	- 22.105,00 €	
<b>Activo corriente</b>	<b>51.500,15 €</b>	<b>72.137,41 €</b>	<b>109.724,24 €</b>	<b>137.543,95 €</b>	<b>170.450,16 €</b>	<b>198.095,97 €</b>	
<b>Existencias</b>	<b>3.800,00 €</b>	<b>3.857,00 €</b>	<b>3.914,86 €</b>	<b>3.973,58 €</b>	<b>4.033,18 €</b>	<b>4.093,68 €</b>	
Mercancías	- €	- €	- €	- €	- €	- €	Existencias
Materias primas	1.000,00 €	1.015,00 €	1.030,23 €	1.045,68 €	1.061,36 €	1.077,28 €	
Repuestos	50,00 €	50,75 €	51,51 €	52,28 €	53,07 €	53,86 €	
Embalajes	250,00 €	253,75 €	257,56 €	261,42 €	265,34 €	269,32 €	
Material de oficina	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
Productos en curso	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
Productos semiterminados	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
Productos terminados	2.500,00 €	2.537,50 €	2.575,56 €	2.614,20 €	2.653,41 €	2.693,21 €	
<b>Deudores comerciales</b>	<b>- €</b>	<b>- €</b>	<b>- €</b>	<b>- €</b>	<b>- €</b>	<b>- €</b>	
Clientes	- €	- €	- €	- €	- €	- €	Deudores comerciales
Clientes, efectos comerciales a cobrar	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
Deudores	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
Anticipos a proveedores	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
<b>Cuentas financieras</b>	<b>47.700,15 €</b>	<b>68.280,41 €</b>	<b>105.809,38 €</b>	<b>133.570,37 €</b>	<b>166.416,98 €</b>	<b>194.002,29 €</b>	
Caja	47.700,15 €	68.280,41 €	105.809,38 €	133.570,37 €	166.416,98 €	194.002,29 €	Cuentas financieras

Tabla 30: Balance Económico: Activos

<b>Pasivos y Patrimonio Neto</b>	<b>75.020,15 €</b>	<b>89.552,41 €</b>	<b>121.034,24 €</b>	<b>142.748,95 €</b>	<b>175.587,66 €</b>	<b>203.165,97 €</b>	
<b>Patrimonio Neto</b>	<b>53.600,11 €</b>	<b>65.296,56 €</b>	<b>89.912,95 €</b>	<b>105.266,53 €</b>	<b>129.850,86 €</b>	<b>150.489,22 €</b>	
<b>Fondos Propios</b>	<b>53.600,11 €</b>	<b>65.296,56 €</b>	<b>89.912,95 €</b>	<b>105.266,53 €</b>	<b>129.850,86 €</b>	<b>150.489,22 €</b>	
Capital Social	20.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €	<b>Fondos Propios</b>
Reserva Legal	3.360,01 €	7.553,67 €	4.000,00 €	4.000,00 €	4.000,00 €	4.000,00 €	
Dividendos	- €	30.240,10 €	37.742,89 €	65.912,95 €	81.266,53 €	105.850,86 €	
Resultados de ejercicio anteriores pdt	- €	30.240,10 €	37.742,89 €	65.912,95 €	81.266,53 €	105.850,86 €	
Pérdidas y ganancias	30.240,10 €	37.742,89 €	65.912,95 €	81.266,53 €	105.850,86 €	126.489,22 €	
<b>Pasivo no corriente</b>	<b>5.476,15 €</b>	<b>4.485,10 €</b>	<b>3.444,51 €</b>	<b>2.351,88 €</b>	<b>1.204,62 €</b>	<b>- €</b>	
Deudas a largo plazo entidades crédito	5.476,15 €	4.485,10 €	3.444,51 €	2.351,88 €	1.204,62 €	- €	<b>Deudas l/p</b>
<b>Pasivo corriente</b>	<b>15.943,89 €</b>	<b>19.770,75 €</b>	<b>27.676,78 €</b>	<b>35.130,54 €</b>	<b>44.532,18 €</b>	<b>52.676,75 €</b>	
Deuda a corto plazo entidades crédito	943,85 €	991,04 €	1.040,60 €	1.092,63 €	1.147,26 €	1.204,62 €	<b>Deudas a corto plazo</b>
Deudas a corto plazo	15.000,04 €	18.779,70 €	26.636,18 €	34.037,92 €	43.384,92 €	51.472,13 €	
Proveedores	3.800,00 €	3.857,00 €	3.914,86 €	3.973,58 €	4.033,18 €	4.093,68 €	
Proveedores, efectos comerciales a pagar	- €	500,00 €	1.000,00 €	1.500,00 €	2.000,00 €	2.500,00 €	
IS	11.200,04 €	13.978,85 €	20.786,43 €	27.088,84 €	35.283,62 €	42.163,07 €	
Deudas a corto plazo	- €	443,85 €	934,90 €	1.475,49 €	2.068,12 €	2.715,38 €	

Tabla 31: Balance Económico: Pasivos y Patrimonio Neto

La empresa trabaja por encargo, por lo que se mantiene la mínima cantidad posible de capital invertida en existencias. Se pretende trabajar aplicando la filosofía “Just In Time”, es decir, producir “justo a tiempo”.

Este balance tiene en cuenta las pérdidas o ganancias de ejercicios anteriores (salvo en el primer año), pertenecientes al pasivo, las cuales se obtienen a partir del apartado siguiente.

## 5.2 Cuenta de Pérdidas y Ganancias o Cuenta de Resultados

Una vez obtenido el balance económico de la empresa, se procederá a estimar la cuenta de Pérdidas y Ganancias. Para ello, previamente deberá realizarse un análisis de los ingresos y gastos que va a tener la empresa, como, por ejemplo, los referentes al personal, las compras y ventas o al pago del Impuesto de Sociedades.

Una vez categorizados todos los ingresos y gastos, se procederá a definir la estructura que sigue de forma general la cuenta de pérdidas y ganancias. Para ello, se definirán todos aquellos parámetros intermedios presentes en la cuenta de resultados.

### 5.2.1 Gastos

En primer lugar, deben estimarse los gastos que la empresa lleva asociados a lo largo del ejercicio. En este bloque se aúnan tanto las compras de bienes, materias primas u otro tipo de mercaderías, como los gastos asociados a los recursos humanos de la empresa. También pertenecen a esta categoría los gastos financieros, principalmente asociados a la devolución de préstamos bancarios, tanto a largo como a corto plazo. Por último, se incluyen las amortizaciones del activo no corriente, con lo que se completaría la estructura de gastos de la empresa.

Para que la estimación sea lo más parecida posible a una situación real, se debe realizar un análisis detallado de aquellos gastos que se consideran más importantes para una empresa como la que se está diseñando. Por ello, se decide profundizar en:

- Gastos de personal: se intentará determinar el número de trabajadores que debe tener la empresa, las labores que deben desarrollar cada uno de ellos y los salarios que estos deben obtener, observándose lo que esto supone para la empresa.
- Gastos en materias primas: se analizará lo más detalladamente posible los costes asociados a los componentes que conforman cada uno de los productos ofertados por la compañía, diferenciando para cada tipo de aeronave.
- Costes de producción: se estimará el coste de producción en función de las horas necesarias para elaborar cada uno de los productos y de los recursos empleados para ello.
- Gastos financieros: son aquellos asociados a la devolución de préstamos contraídos con las entidades bancarias. Se dará especialmente importancia a los préstamos de largo plazo.

El resto de gastos, como alquiler, luz o agua, se incorporarán directamente en la cuenta de pérdidas y ganancias. A continuación, se detallarán cada uno de los gastos anteriormente descritos.

#### 5.2.1.1 Gastos de personal

Es muy importante conocer cuanto le va a costar a la empresa cada uno de sus trabajadores, puesto que estos llevan asociados una serie de costes, ya sean de manera directa, como retribuciones por despidos o jubilaciones; o indirectas, como la Seguridad Social.

Para el análisis de estos gastos no se van a tener en cuenta aquellas retribuciones directas, pues se suponen puntuales. Únicamente se tendrán en cuenta las indirectas, que se realizan mensualmente. La estructura que siguen este tipo de retribuciones es:

$$\text{Coste para la empresa} = \text{Salario Bruto} + \text{Seguridad Social de la empresa (33\%)}$$

$$\text{Salario Neto} = \text{Salario Bruto} - \text{Seguridad Social del trabajador (7\%)} - \text{I.R.P.F. (20\%)}$$

Así, por ejemplo, un empleado con un salario bruto de 24.000€ anuales tendrá un salario neto de unos 17.520€. Sin embargo, este mismo trabajador supondría un coste anual para la empresa de unos 31.200€.

Como se puede ver, el coste asociado a cada trabajador es elevado, por lo que deberá estimarse correctamente el número de empleados que se desea tener en la empresa. A continuación, se muestran los costes referentes a cada uno de estos trabajadores, tanto para el primer año como su evolución a lo largo de todo el intervalo de estudio, los cuales van aumentando con un IPC del 1,5%:

Concepto	Sueldo Bruto Anual	% SS empresa	Importe SS empresa	Otros Gastos Sociales	Total Coste Empresa
Ingeniero 1	27.000,00 €	31%	8.370,00 €	- €	35.370,00 €
Operador de drones 1	22.000,00 €	35%	7.700,00 €	- €	29.700,00 €
Montador 1	18.000,00 €	35%	6.300,00 €	- €	24.300,00 €
Montador 2	18.000,00 €	35%	6.300,00 €	- €	24.300,00 €
<b>Total</b>	<b>85.000,00 €</b>	-	<b>28.670,00 €</b>	- €	<b>113.670,00 €</b>

Tabla 32: Gastos de Personal: Desglose de costes de un año

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Ingeniero 1	35.370,00 €	35.900,55 €	36.439,06 €	36.985,64 €	37.540,43 €	38.103,54 €
Operador de drones 1	29.700,00 €	30.145,50 €	30.597,68 €	31.056,65 €	31.522,50 €	31.995,33 €
Montador 1	24.300,00 €	24.664,50 €	25.034,47 €	25.409,98 €	25.791,13 €	26.178,00 €
Montador 2	24.300,00 €	24.664,50 €	25.034,47 €	25.409,98 €	25.791,13 €	26.178,00 €
<b>Total</b>	<b>113.670,00 €</b>	<b>115.375,05 €</b>	<b>117.105,68 €</b>	<b>118.862,26 €</b>	<b>120.645,19 €</b>	<b>122.454,87 €</b>

Tabla 33: Gastos de Personal: Costes anuales

Una vez establecidos los gastos de personal, se procede a analizar el siguiente de los costes.

### 5.2.1.2 Gastos en materias primas y costes de producción

La empresa ofrece un amplio abanico de servicios, lo que podría dar a entender que oferta una gran variedad de productos. Sin embargo, las aeronaves que se presentan son prácticamente idénticas, sin tener en cuenta las cámaras necesarias para cada una de las labores, los elementos que transportan en cada tarea o el sistema de aterrizaje que cada uno requiera.

Lo que es la aeronave en sí está compuesta siempre por los mismos componentes, por lo que, una vez estimado los costes en materias primas de la aeronave más sencilla, se tendrá una base para el cálculo de los costes del resto de modelos ofertados.

A estos costes se le deberán sumar los referentes a elementos adicionales, que son específicos para cada una de las labores para las que se vaya a utilizar. Por ello, se estimará el gasto que conllevará cada uno de los elementos adicionales. Por último, deberá estimarse el precio asociado al transporte de estos componentes.

También se pretende conocer cuánto le va a costar a la empresa producir una unidad de producto. Para ello, deberán estimarse los costes asociados a la infraestructura, gasto energético, alquiler, etc. Deben incluirse también las herramientas y consumibles que se deberán utilizar para cada uno de los productos.

A continuación, se muestra los gastos de materias primas y costes de producción para cada tipo de producto referentes al primer año de ejercicio:

Concepto	Coste Mat. Primas	Coste Producción	Costes por unidad	Producción anual	Costes Totales
Dron básico	250,00 €	100,00 €	350,00 €	30	10.500,00 €
Dron + deposito	300,00 €	125,00 €	425,00 €	12	5.100,00 €
Dron + Multiespectral	1.000,00 €	105,00 €	1.105,00 €	4	4.420,00 €
Dron + Visión Nocturna	350,00 €	105,00 €	455,00 €	16	7.280,00 €
Depósito	50,00 €	25,00 €	75,00 €	15	1.125,00 €
Multiespectrales	750,00 €	5,00 €	755,00 €	2	1.510,00 €
Visión Nocturna	100,00 €	5,00 €	105,00 €	10	1.050,00 €
Hélices	0,50 €	- €	0,50 €	80	40,00 €
Baterías	50,00 €	- €	50,00 €	12	600,00 €
Aterrizaje autónomo	25,00 €	50,00 €	75,00 €	13	975,00 €
<b>Total</b>	<b>24.915,00 €</b>	<b>7.685,00 €</b>	<b>-</b>	<b>194</b>	<b>32.600,00 €</b>

Tabla 34: Gastos de Materias Primas y Costes de Producción

Para los siguientes años, deben tenerse en cuenta el aumento en ventas de cada uno de los productos. Tras ver la evolución de distintas empresas pertenecientes a este mercado, se ha decidido tomar como hipótesis que el incremento en ventas de la empresa será el siguiente:

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Evolución ventas anual	-	5%	10%	8%	7,5%	7,0%
Evolución IPC	-	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%

Tabla 35: Hipótesis sobre cálculo: Incremento de ventas estimado

Una vez establecidos los costes de materias primas y producción, se tendrá el grueso de gastos de la empresa. A falta de los gastos financieros, podrán estimarse con mayor exactitud los ingresos que se esperan obtener a lo largo del ejercicio, que deben ser suficiente para cubrir con estos gastos.

### 5.2.1.3 Gastos financieros

Para financiar el activo de la empresa, se deben pedir préstamos bancarios. El importe de estos préstamos quedó definido en el balance de la empresa. Sin embargo, en dicho apartado no se estimó el coste asociado a la devolución de dicho préstamo bancario.

Para ello, antes se debe conocer el tipo de préstamo bancario que se puede obtener. Por lo general, existen dos fundamentales: el préstamo americano y el francés.

- Préstamo americano o de amortización final: la devolución íntegra del préstamo se realiza en el último pago. Por tanto, a lo largo de todos los periodos para los que se contrata el préstamo, únicamente se pagan los intereses del mismo. De esta forma, si se solicitasen 100 unidades monetarias para un periodo de 6 años al 5% de interés:

Préstamo Americano	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Saldo inicial	100	100	100	100	100	100	100
Intereses	0	-5	-5	-5	-5	-5	-5
Devolución del principal	0	0	0	0	0	0	-100
Pago anual	100	-5	-5	-5	-5	-5	-105

Tabla 36: Ejemplo de préstamo americano

Como se puede ver en la



Tabla 36, el interés del préstamo se paga de manera continuada durante los 6 años que dura el mismo, y la devolución del principal se realiza en un único pago en el último periodo.

- Préstamo francés o de pagos idénticos: en este caso, se realizan pagos idénticos durante los periodos para los que se acuerde el préstamo. Para ello, se calcula un parámetro denominado PMT (periodic payment for an annuity), que se determina con la siguiente ecuación:

$$\text{Capital del préstamo} = \text{PMT} \cdot \sum_{i=1}^{\text{periodos}} \frac{1}{(1 + \text{interés})^i}$$

El pago de intereses, por tanto, se irá reduciendo periodo a periodo (pues el capital a devolver va disminuyendo), por lo que, para que los pagos sean idénticos, se irá aumentando el capital a devolver. Así, el PMT se conserva constante en el tiempo. Para el caso anterior de un importe de 100 unidades monetarias al 5% de interés durante 6 años:

Préstamo Francés	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Saldo inicial	100,00	100,00	85,30	69,86	53,65	36,63	18,76
Intereses	0,00	-5,00	-4,26	-3,49	-2,68	-1,83	-0,94
Devolución del principal	0,00	-14,70	-15,44	-16,21	-17,02	-17,87	-18,76
Pago anual	100,00	-19,70	-19,70	-19,70	-19,70	-19,70	-19,70
PMT	19,70174681						

Tabla 37: Ejemplo de préstamo francés

En la Tabla 37 se observa que el pago anual a la entidad financiera es igual al valor de PMT. Este tipo de préstamos presenta una ventaja frente al americano, puesto que, en igualdad de condiciones, los intereses totales pagados son menores. Sin embargo, el préstamo francés supone la devolución periódica de grandes cantidades de dinero, lo que evita que este capital pueda emplearse para aumentar los ingresos.

En España, el préstamo bancario más común es el francés. Por tanto, salvo casos excepcionales, todos los que se deban solicitar por la empresa serán de este tipo. A continuación, se presenta una tabla con los préstamos solicitados y el pago y devolución de los mismos.

Importe	6.420,00 €
Plazo	6 años
Interés	5%
PMT	1.264,85 €

Tabla 38: Préstamos bancarios: Datos principales

Conceptos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Saldo inicial	6.420,00 €	6.420,00 €	5.476,15 €	4.485,10 €	3.444,51 €	2.351,88 €	1.204,62 €
Pago anual	- €	- 1.264,85 €	- 1.264,85 €	- 1.264,85 €	- 1.264,85 €	- 1.264,85 €	- 1.264,85 €
Intereses	- €	- 321,00 €	- 273,81 €	- 224,26 €	- 172,23 €	- 117,59 €	- 60,23 €
Devolución del principal	- €	- 943,85 €	- 991,04 €	- 1.040,60 €	- 1.092,63 €	- 1.147,26 €	- 1.204,62 €
Saldo final	6.420,00 €	5.476,15 €	4.485,10 €	3.444,51 €	2.351,88 €	1.204,62 €	- €

Tabla 39: Préstamos bancarios: Calendario de pagos

Una vez determinados los gastos financieros referentes a los préstamos bancarios, se dará por finalizado el apartado de gastos de la empresa. A continuación, y con estos datos en mente, podrán estimarse los ingresos de la compañía, obteniéndose de manera aproximada un precio de venta del producto.

## 5.2.2 Ingresos

Tras obtener la estimación de gastos, deben definirse los ingresos que tendrá la empresa. Estos pueden proceder de diversas fuentes, como son:

- Ventas asociadas al producto terminado: donde se incluye tanto la venta del producto como la prestación de servicios asociados a estos artículos.
- Ventas de producto semielaborados: los artículos que se ponen en venta no han sido completados en el proceso de fabricación. En la empresa que se estudia, no se considera la posibilidad de vender los productos sin terminar.
- Venta de recambios: consiste en la venta de componentes que tienen una vida útil inferior a la del producto general, por lo que es necesario su recambio. En este caso, al tratarse de una empresa de drones, este tipo de productos será importante para los clientes.
- Ingresos financieros: provenientes de posibles inversiones en acciones o en préstamos a otras empresas a largo plazo, con las que se obtendrían ingresos en forma de intereses. En la empresa que se desea evaluar, este bloque no tendrá importancia durante los primeros años.
- Otros ingresos: de diversa naturaleza, como pueden ser: ingresos por arrendamientos, comisiones, servicios auxiliares, mantenimiento, etc.

A continuación, se muestra la distribución que seguirán los ingresos en la empresa. Se debe recordar, que estos datos son una estimación, la cual se realizará con la mayor exactitud posible. Además, como se comentó en el apartado 5.2.1.2, las ventas y los precios de venta cumplen con las siguientes hipótesis:

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Evolución ventas anual	-	5%	10%	8%	7,5%	7,0%
Evolución IPC	-	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%

Tabla 40: Hipótesis de cálculo para la estimación de ventas anuales

Ventas / unidades	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Dron Básico	18	19	21	23	25	27
Dron Básico + Aterrizaje autón.	6	6	7	8	9	10
Dron + depósito	10	11	12	13	14	15
Dron + depósito + Aterrizaje autón.	2	2	2	2	2	2
Dron + Multiespectral	4	4	4	4	4	4
Dron + Visión Nocturna	7	7	8	9	10	11
Dron + Visión Nocturna + Aterrizaje autón.	3	3	3	3	3	3
Depósito	15	16	18	19	20	21
Multiespectrales	1	1	1	1	1	1
Visión Nocturna	8	8	9	10	11	12
Hélices	60	63	69	75	81	87
Baterías	10	11	12	13	14	15
Servicios Rescate	1,25	1,50	2,00	2,50	3,25	4,00
Servicios Prevención Incendios	24	25	28	30	32	34
Servicios Vigilancia 24 horas	18	19	21	23	25	27
Servicios Transporte "Last Mile"	20	21	23	25	27	29
Otros servicios (*)	25	26	29	31	33	35
<b>Total</b>	<b>232</b>	<b>244</b>	<b>269</b>	<b>292</b>	<b>314</b>	<b>337</b>

(\*) Computa como una venta pero es un servicio por horas

Tabla 41: Estimación de venta de unidades al año

Precio de Venta	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Dron Básico	1.500,00 €	1.522,50 €	1.545,34 €	1.568,52 €	1.592,05 €	1.615,93 €
Dron Básico + Aterrizaje autón.	2.250,00 €	2.283,75 €	2.318,01 €	2.352,78 €	2.388,07 €	2.423,89 €
Dron + depósito	2.000,00 €	2.030,00 €	2.060,45 €	2.091,36 €	2.122,73 €	2.154,57 €
Dron + depósito + Aterrizaje autón.	2.750,00 €	2.791,25 €	2.833,12 €	2.875,62 €	2.918,75 €	2.962,53 €
Dron + Multiespectral	4.500,00 €	4.567,50 €	4.636,01 €	4.705,55 €	4.776,14 €	4.847,78 €
Dron + Visión Nocturna	2.250,00 €	2.283,75 €	2.318,01 €	2.352,78 €	2.388,07 €	2.423,89 €
Dron + Visión Nocturna + Aterrizaje autón.	3.000,00 €	3.045,00 €	3.090,68 €	3.137,04 €	3.184,09 €	3.231,85 €
Depósito	300,00 €	304,50 €	309,07 €	313,70 €	318,41 €	323,19 €
Multiespectrales	2.250,00 €	2.283,75 €	2.318,01 €	2.352,78 €	2.388,07 €	2.423,89 €
Visión Nocturna	450,00 €	456,75 €	463,60 €	470,56 €	477,61 €	484,78 €
Hélices	10,00 €	10,15 €	10,30 €	10,46 €	10,61 €	10,77 €
Baterías	200,00 €	203,00 €	206,05 €	209,14 €	212,27 €	215,46 €
Servicios Rescate (servicio mensual)	3.000,00 €	3.045,00 €	3.090,68 €	3.137,04 €	3.184,09 €	3.231,85 €
Servicios Prevención Incendios (servicio mensual)	1.750,00 €	1.776,25 €	1.802,89 €	1.829,94 €	1.857,39 €	1.885,25 €
Servicios Vigilancia 24 horas (servicio mensual)	1.750,00 €	1.776,25 €	1.802,89 €	1.829,94 €	1.857,39 €	1.885,25 €
Servicios Transporte "Last Mile" (servicio mensual)	1.250,00 €	1.268,75 €	1.287,78 €	1.307,10 €	1.326,70 €	1.346,61 €
Otros servicios (*)	650,00 €	659,75 €	669,65 €	679,69 €	689,89 €	700,23 €

Tabla 42: Estimación de precios de venta y tarifas de cada servicio

Ingresos	Total Ingresos	Total Ingresos	Total Ingresos	Total Ingresos	Total Ingresos	Total Ingresos
Dron Básico	27.000,00 €	28.927,50 €	32.452,09 €	36.075,90 €	39.801,13 €	43.630,00 €
Dron Básico + Aterrizaje autón.	13.500,00 €	13.702,50 €	16.226,04 €	18.822,21 €	21.492,61 €	24.238,89 €
Dron + depósito	20.000,00 €	22.330,00 €	24.725,40 €	27.187,64 €	29.718,18 €	32.318,52 €
Dron + depósito + Aterrizaje autón.	5.500,00 €	5.582,50 €	5.666,24 €	5.751,23 €	5.837,50 €	5.925,06 €
Dron + Multiespectral	18.000,00 €	18.270,00 €	18.544,05 €	18.822,21 €	19.104,54 €	19.391,11 €
Dron + Visión Nocturna	15.750,00 €	15.986,25 €	18.544,05 €	21.174,99 €	23.880,68 €	26.662,78 €
Dron + Visión Nocturna + Aterrizaje autón.	9.000,00 €	9.135,00 €	9.272,03 €	9.411,11 €	9.552,27 €	9.695,56 €
Depósito	4.500,00 €	4.872,00 €	5.563,22 €	5.960,37 €	6.368,18 €	6.786,89 €
Multiespectrales	2.250,00 €	2.283,75 €	2.318,01 €	2.352,78 €	2.388,07 €	2.423,89 €
Visión Nocturna	3.600,00 €	3.654,00 €	4.172,41 €	4.705,55 €	5.253,75 €	5.817,33 €
Hélices	600,00 €	639,45 €	710,86 €	784,26 €	859,70 €	937,24 €
Baterías	2.000,00 €	2.233,00 €	2.472,54 €	2.718,76 €	2.971,82 €	3.231,85 €
Servicios Rescate	3.750,00 €	4.567,50 €	6.181,35 €	7.842,59 €	10.348,29 €	12.927,41 €
Servicios Prevención Incendios	42.000,00 €	44.406,25 €	50.481,03 €	54.898,11 €	59.436,36 €	64.098,40 €
Servicios Vigilancia 24 horas	31.500,00 €	33.748,75 €	37.860,77 €	42.088,55 €	46.434,66 €	50.901,67 €
Servicios Transporte "Last Mile"	25.000,00 €	26.643,75 €	29.618,97 €	32.677,45 €	35.821,02 €	39.051,55 €
Otros servicios (*)	16.250,00 €	17.153,50 €	19.419,74 €	21.070,42 €	22.766,25 €	24.508,21 €
<b>Total</b>	<b>240.200,00 €</b>	<b>254.135,70 €</b>	<b>284.228,78 €</b>	<b>312.344,13 €</b>	<b>342.035,02 €</b>	<b>372.546,35 €</b>

Tabla 43: Estimación de ingresos por ventas y servicios

### 5.2.3 Estructura y análisis de la Cuenta de Pérdidas y Ganancias

En la cuenta de pérdidas y ganancias, a los ingresos del ejercicio se le restan los gastos totales y, tras pagar los correspondientes impuestos, se obtiene el resultado correspondiente al periodo de análisis. Normalmente, este tipo de cálculos se llevan a cabo al final de cada ejercicio.

Dentro de esta cuenta de resultados, se pueden determinar una serie de parámetros, que son:

- EBITDA: es el beneficio obtenido antes de pagar intereses y tasas, y previo a descontar las amortizaciones del inmovilizado.
- EBIT: es el obtenido de restarle al EBITDA la amortización.
- BAI: es el beneficio antes de impuestos de la empresa, generalmente previo al pago del Impuesto de Sociedades (este impuesto no se aplica si el EBIT presenta un valor negativo).
- BDI: es el beneficio después de impuestos, es decir, el resultado del ejercicio. Si este valor es positivo, la empresa obtiene beneficios. Si, por el contrario, es negativo, la empresa está teniendo pérdidas.

A continuación, se muestra una tabla general del procedimiento de cálculo de la cuenta de resultados:

Cuenta de Pérdidas y Ganancias	
Ingresos y Ventas	Ventas de productos terminados
	Ventas de productos semielaborados
	Ventas de recambios
	Prestación de servicios
	Ingresos financieros
	Otros ingresos
Gastos y Compras	Compras de materias primas
	Gastos de producción
	Gastos de personal
	Transportes
	Otros gastos
<b>EBITDA (=Ingresos y Ventas - Gastos y Compras)</b>	
Amortizaciones	Amortización del inmovilizado
<b>EBIT (=EBITDA - Amortización del Inmovilizado)</b>	
Intereses y tasas	Gastos financieros
<b>BAI (=EBIT - Intereses y tasas)</b>	
Impuestos	Impuesto de Sociedades (25%)
<b>BDI (=BAI - Impuestos)</b>	

Tabla 44: Estructura de la Cuenta de Pérdidas y Ganancias

Una vez establecida la estructura de la Cuenta de Pérdidas y Ganancias (como se muestra en la Tabla 44), se procede a completarla con los datos recogidos en los apartados anteriores. Tras ello, se calculan cada uno de los parámetros, así como el resultado final del ejercicio.

Cuenta de Pérdidas y Ganancias							
Año		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
<b>Ingresos y Ventas Totales</b>		<b>240.200,00 €</b>	<b>254.135,70 €</b>	<b>284.228,78 €</b>	<b>312.344,13 €</b>	<b>342.035,02 €</b>	<b>372.546,35 €</b>
Ingresos y Ventas	Ventas de productos terminados	108.750,00 €	113.933,75 €	125.429,89 €	137.245,29 €	149.386,92 €	161.861,92 €
	Ventas de productos semielaborados	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Ventas de recambios	12.950,00 €	13.682,20 €	15.237,03 €	16.521,72 €	17.841,52 €	19.197,20 €
	Prestación de servicios	118.500,00 €	126.519,75 €	143.561,85 €	158.577,13 €	174.806,58 €	191.487,23 €
	Ingresos financieros	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Otros ingresos	- €	- €	- €	- €	- €	- €
<b>Gastos y Compras Totales</b>		<b>188.030,00 €</b>	<b>190.850,45 €</b>	<b>193.713,21 €</b>	<b>196.618,90 €</b>	<b>199.568,19 €</b>	<b>202.561,71 €</b>
Gastos y Compras	Compras de materias primas	24.915,00 €	25.288,73 €	25.668,06 €	26.053,08 €	26.443,87 €	26.840,53 €
	Gastos de producción	7.685,00 €	7.800,28 €	7.917,28 €	8.036,04 €	8.156,58 €	8.278,93 €
	Gastos de personal	113.670,00 €	115.375,05 €	117.105,68 €	118.862,26 €	120.645,19 €	122.454,87 €
	Transportes	5.760,00 €	5.846,40 €	5.934,10 €	6.023,11 €	6.113,45 €	6.205,16 €
	Otros gastos	36.000,00 €	36.540,00 €	37.088,10 €	37.644,42 €	38.209,09 €	38.782,22 €
<b>EBITDA (=Ingresos y Ventas - Gastos y Compras)</b>		<b>52.170,00 €</b>	<b>63.285,25 €</b>	<b>90.515,57 €</b>	<b>115.725,23 €</b>	<b>142.466,83 €</b>	<b>169.984,64 €</b>
Amortizaciones	Amortización del inmovilizado	- 6.105,00 €	- 6.105,00 €	- 6.105,00 €	- 6.105,00 €	- 6.105,00 €	- 6.105,00 €
<b>EBIT (=EBITDA - Amortización del Inmovilizado)</b>		<b>46.065,00 €</b>	<b>57.180,25 €</b>	<b>84.410,57 €</b>	<b>109.620,23 €</b>	<b>142.399,33 €</b>	<b>169.917,14 €</b>
Intereses y tasas	Gastos financieros	- 1.264,85 €	- 1.264,85 €	- 1.264,85 €	- 1.264,85 €	- 1.264,85 €	- 1.264,85 €
<b>BAI (=EBIT - Intereses y tasas)</b>		<b>44.800,15 €</b>	<b>55.915,40 €</b>	<b>83.145,72 €</b>	<b>108.355,37 €</b>	<b>141.134,48 €</b>	<b>168.652,29 €</b>
Impuestos	Impuesto de Sociedades (25%)	11.200,04 €	13.978,85 €	20.786,43 €	27.088,84 €	35.283,62 €	42.163,07 €
<b>BDI (=BAI - Impuestos)</b>		<b>33.600,11 €</b>	<b>41.936,55 €</b>	<b>62.359,29 €</b>	<b>81.266,53 €</b>	<b>105.850,86 €</b>	<b>126.489,22 €</b>

Tabla 45: Cuenta de Pérdidas y Ganancias

Como se puede observar en la Tabla 45, con las hipótesis realizadas, la empresa obtiene resultados positivos desde el primer periodo. Sin embargo, estas hipótesis no tienen por qué cumplirse, por lo que posteriormente se realizará un análisis de sensibilidad, en el que se presentará la evolución de la empresa en distintos escenarios.

### 5.3 Ratios económico-financieros

Tras haber calculado el balance económico de la empresa y su cuenta de pérdidas y ganancias, se pueden analizar un gran número de parámetros sobre la sociedad. Estos se conocen como ratios económico-financieros. Como su propio nombre indica, presentan dos naturalezas diferentes: la económica, centrada en los beneficios que se obtienen; y la financiera, basada en el análisis de la deuda contraída por la compañía.

A continuación, se describen cada uno de estos ratios. Estos han sido obtenidos del libro *Organización y Gestión de Empresas* [3]. Además, cabe destacar que estos parámetros están diseñados principalmente para empresas de gran tamaño, por lo que algunos de los resultados pueden presentar variaciones notorias a lo largo del tiempo de estudio.

#### 5.3.1 Ratios Económicos

En primer lugar, se describen los ratios económicos:

- Margen bruto sobre ventas (gross margin):

Como su propio nombre indica, compara el margen bruto que obtiene la empresa por cada venta. Su fórmula matemática es la siguiente:

$$\text{Margen Bruto sobre Ventas} = \frac{\text{Margen Bruto}}{\text{Ventas}}$$

- Beneficio sobre las ventas o ROS (return on sales):

Compara la rentabilidad obtenida por parte de la empresa, con el capital proveniente de las ventas. Con ello, se saca el rendimiento que se obtiene por unidades vendidas. La expresión que determina este ratio es:

$$\text{ROS} = \frac{\text{BDI}}{\text{Ventas}}$$

- Rentabilidad Operativa sobre Activos o ROA (return on assets):

Muestra las ganancias generadas por cada unidad monetaria invertida en los activos de la compañía. Su expresión matemática sería:

$$\text{ROA} = \frac{\text{EBITDA}}{\text{Total de Activos}}$$

- Rentabilidad Operativa sobre Recursos Propios o ROE (return on equity):

En este caso, relaciona los Beneficios Antes de Impuestos (BAI) con el Patrimonio Neto (PN). Es de especial interés, pues es el ratio que la empresa debe mostrar a sus accionistas o socios. La expresión que determina este parámetro es la siguiente:

$$\text{ROE} = \frac{\text{BAI}}{\text{PN}}$$

Una vez determinados todos los ratios referentes al análisis económico, se procede a describir aquellos que se emplean para realizar un correcto análisis financiero.

### 5.3.2 Ratios Financieros

A continuación, se describen los ratios financieros necesarios:

- Endeudamiento:

Determina el peso que presentan las deudas bancarias en el total del pasivo de la empresa. La expresión que determina este ratio es la siguiente:

$$\text{Endeudamiento} = \frac{\text{Deuda Bancaria}}{\text{Pasivo Total}}$$

- Apalancamiento financiero:

Indica cuántos ejercicios deben completarse hasta devolver los préstamos bancarios gracias a los beneficios de explotación (es decir, previos al pago de amortizaciones, impuestos, tasas e intereses) obtenidos por la empresa. Este ratio se determina según:

$$\text{Apalancamiento} = \frac{\text{Deuda Bancaria}}{\text{EBITDA}}$$

- Riesgo financiero:

Muestra la capacidad de pagar las deudas por parte de la empresa. La fórmula de este indicador es la siguiente:

$$\text{Riesgo Financiero} = \frac{\text{EBIT}}{\text{Gastos Financieros}}$$

- Liquidez:

Permite a la empresa hacer frente a vencimientos de pagos a corto plazo. Para ello, se comparan los activos y pasivos corrientes de la empresa. Un valor bajo de este ratio puede indicar que la empresa tiene problemas a la hora de completar dichos pagos. La expresión que se emplea para determinar el ratio de liquidez es la siguiente:

$$\text{Liquidez} = \frac{\text{Activo Corriente}}{\text{Pasivo Corriente}}$$

- Coeficiente de tesorería:

Compara los ingresos que se sabe con seguridad que se van a obtener, con el pasivo corriente, es decir, con lo que se tiene que liquidar en el corto plazo. Es preferible que este valor sea superior a 1. Este coeficiente sigue la siguiente expresión:

$$\text{Coeficiente de tesorería} = \frac{\text{Disponible} + \text{Realizable}}{\text{Pasivo Corriente}}$$

- Disponibilidad:

Muestra la capacidad que tiene la empresa para hacer frente al pago de las deudas de corto plazo con la tesorería. El valor aconsejable para este ratio es de un 0,3. La ecuación de este ratio es la siguiente:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tesorería}}{\text{Pasivo Corriente}}$$

- Solvencia:

Da una idea de las unidades monetarias con las que puede hacer frente a pagos de la empresa. Así, si el valor es superior a 1, los proveedores y acreedores tendrán garantizado el pago de la deuda. Sin embargo, si el ratio es menor a 1, la empresa se encuentra en situación de quiebra, no pudiendo pagar las deudas contraídas, tanto a largo como a corto plazo. La fórmula que determina este parámetro es:

$$\text{Solvencia} = \frac{\text{Total de Activos}}{\text{Exigible}}$$

Una vez descritos todos los ratios financieros, se procede a la evaluación y análisis de la empresa.

### 5.3.3 Evaluación de los ratios económico-financieros

Tras haberse descrito los ratios más importantes tanto a nivel económico como a nivel financiero, se procede a evaluarlos. Para ello, se emplearán los datos obtenidos para la empresa en el Balance Económico y en la Cuenta de Pérdidas y Ganancias.

A continuación, se muestra una tabla con los valores de dichos ratios:

Tipo	Ratio	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Económico	Margen Bruto sobre Ventas	69,042%	70,301%	73,047%	75,105%	76,925%	78,497%
	Beneficio sobre Ventas (ROS)	13,988%	16,502%	21,940%	26,018%	30,947%	33,953%
	Rentabilidad Operativa sobre Activos (ROA)	69,541%	70,668%	74,785%	81,069%	81,137%	83,668%
	Rentabilidad Operativa sobre Recursos Propios (ROE)	83,582%	85,633%	92,474%	102,934%	108,690%	112,069%
Financiero	Endeudamiento	7,300%	5,504%	3,618%	2,681%	1,864%	1,337%
	Apalancamiento	0,3197	0,2918	0,2677	0,2544	0,2561	0,2480
	Cobertura de cargas financieras	36,4193	45,2071	66,7355	86,6664	112,5818	134,3376
	Liquidez	3,2301	3,6487	3,9645	3,9152	3,8276	3,7606
	Coefficiente de tesorería	3,0733	3,5203	3,8714	3,8408	3,7680	3,7095
	Disponibilidad	2,9918	3,4536	3,8230	3,8021	3,7370	3,6829
	Solvencia	5,0013	4,8840	4,7093	4,3839	4,2498	4,1669

Tabla 46: Ratios Económico-Financieros

Una vez obtenidos los valores de estos ratios, puede ser conveniente remarcar alguno de ellos, como es el caso del ROE, que presenta un valor superior al 100% a partir del cuarto año. Esto es así porque los beneficios antes de impuestos superan al patrimonio neto, lo que es posible gracias a que la compañía es de pequeño tamaño.

También se puede destacar el rápido incremento de la Cobertura de Cargas Financieras. Esto indica que, gracias al incremento anual de ingresos de la empresa, la capacidad de hacer frente a cargas financieras va rápidamente en aumento.

Por último, en los periodos sucesivos al análisis debe vigilarse el valor del ratio Solvencia, pues va decreciendo anualmente. Se debe recordar que, si este valor se hace inferior a la unidad, la empresa no será capaz de pagar las deudas contraídas en el corto plazo.



## 5.4 Análisis de sensibilidad

Una manera eficaz de evaluar si se debe acometer una inversión o no, es realizando un análisis de sensibilidad. Mediante este procedimiento, se puede determinar si un proyecto será o no rentable en el futuro, planteando una gran variedad de situaciones, y cómo estas afectan a los gastos e ingresos de la empresa.

Si se quiere conocer la rentabilidad del proyecto, deben calcularse, para cada uno de los escenarios, tanto el Cash-Flow (o Flujo de Caja) como el Valor Actual Neto (o VAN). El Cash-Flow en cada uno de los periodos se corresponderá con los Beneficios Después de Impuestos (BDI), procedentes de la Cuenta de Pérdidas y Ganancias. El VAN, en cambio, debe obtenerse aplicando la siguiente fórmula:

$$VAN = Inversión\ Inicial + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i}$$

Donde “n” representa el total de periodos de análisis, y el parámetro “r” hace referencia a la tasa de actualización del VAN, que es diferente para cada tipo de empresa.

A continuación, se describe la estructura que tendrá este análisis, explicando además el procedimiento que se seguirá para la determinación de unos resultados fiables.

### 5.4.1 Estructura del análisis

El análisis que se va a realizar se basa en la estructura de las simulaciones Montecarlo. Esta herramienta consiste en evaluar un gran número de posibilidades generadas de manera aleatoria, extrayéndose como resultado el porcentaje de éxitos de la inversión, es decir, el número de veces que se obtiene un VAN positivo frente al total de situaciones analizadas.

Para ello, inicialmente, se describen cuatro posibles escenarios. Estos son:

- Optimista Estable: los incrementos en las ventas se estiman con valores al alza, presentando una variabilidad baja.
- Optimista Inestable: en este caso, los incrementos de ventas son similares al caso anterior, pero presentan una mayor variabilidad, asemejando un mercado inestable.
- Pesimista Estable: las ventas para los escenarios pesimistas se estiman a la baja. Además, al ser estable, la variabilidad en dichas ventas es baja.
- Pesimista Inestable: el incremento de ventas se estima a la baja, con una alta variabilidad.

Una vez definidos los escenarios, se deben determinar los parámetros que se emplearán para calcular el VAN de la inversión. En primer lugar, se asigna al parámetro “n” el valor de 6, pues, como ya se dijo anteriormente, el periodo de análisis de la inversión es de seis años, atendiendo tanto a la duración del préstamo como a la incertidumbre existente frente a este tipo de empresas tecnológicas.

En segundo lugar, debe determinarse el valor de la tasa de actualización del VAN. Según un informe realizado por “RocaSalvatella” publicado el 11 de febrero de 2019, y titulado *Modelos de valoración de startups*, se determina que, para empresas tecnológicas de nueva creación, debe escogerse un valor de la tasa de actualización del VAN del 45% para la fase de arranque y expansión.

Los parámetros necesarios para calcular el VAN de la inversión, por tanto, son los siguientes:

$$\begin{aligned} n &= 6 \\ r &= 0,45 \end{aligned}$$

Además del VAN, se calculan la Tasa Interna de Rentabilidad (o TIR), con lo que se conocería la rentabilidad efectiva de la empresa tras realizar este análisis; y el Pay Back (o PB), o tiempo en el que se recuperará la inversión inicial. Las ecuaciones para calcular estos dos parámetros son:

$$TIR: VAN = 0 = Inversión Inicial + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1 + TIR)^i}$$

$$PB: VAN = 0 = Inversión Inicial + \sum_{i=1}^{PB} \frac{CF_i}{(1 + r)^i}$$

Con estos datos se procede a realizar 500 evaluaciones del VAN, TIR y PB, en cada uno de los escenarios (2.000 evaluaciones en total), siguiendo el modelo de simulación Montecarlo que se describirá más adelante. A continuación, se calculan los valores medios para cada uno de estos escenarios, así como las desviaciones típicas en estos resultados y el porcentaje de éxito de los mismos. Estos datos se almacenan en una tabla y se repite el proceso.

Tras realizar un número de iteraciones considerable, se calculan los valores medios para cada escenario y el porcentaje de éxito. Según estos resultados, podrá determinarse la viabilidad del proyecto. Así mismo, se podrá analizar cómo obtener mejores resultados, actuando sobre ciertos parámetros.

A continuación, se procede a explicar cómo se van a realizar las simulaciones Montecarlo.

#### 5.4.2 Parámetros de análisis

En primer lugar, deben determinarse los parámetros correspondientes a cada uno de los escenarios. Estos datos se ven reflejados en las siguientes tablas, donde se muestran: la variabilidad en el incremento de las ventas, el IPC y su variabilidad en función de cada escenario (atendiendo a valores recogidos por el Instituto Nacional de Estadística), los crecimientos de ventas estimados, etc.

	Estable	Inestable
<b>Variabilidad del incremento de ventas</b>	10%	50%

Tabla 47: Variabilidad del incremento de ventas

La Tabla 47 hace referencia al parámetro desviación típica de la componente aleatoria de las ventas, según el tipo de escenarios. A continuación, se explicará con mayor detalle.

	Media		Variación	
	Optimista	Pesimista	Estable	Inestable
<b>Índice de Precios de Consumo (IPC)</b>	1,5%	0,7%	0,2%	0,5%

Tabla 48: Índices de Precio de Consumo

En la Tabla 48 se recogen datos del IPC, obtenidos directamente del Instituto Nacional de Estadística (o INE). El escenario optimista se recoge de la base de datos de la institución, tomando como referencia los últimos años, entre 2017 y 2019. Para el caso del escenario pesimista, se han recogido los datos referentes a los años posteriores a la crisis económica de 2008. Con respecto a las variaciones, se extraen de los mismos periodos, siendo la situación estable la referente a los últimos años, y la inestable la asociada a los años posteriores a la recesión económica.

Con estos parámetros se calculan los valores del IPC para cada año, en función del tipo de escenario (optimista o pesimista, y estable o inestable), y presentando un carácter aleatorio, puesto que sus valores para los futuros periodos son muy difíciles de estimar. Para ello, se emplea la siguiente fórmula en Excel:

$$IPC = A + B * (ALEATORIO() * 2 - 1)$$

Donde A y B son los valores de la media y la variación del IPC, que dependerán de cada escenario; y “ALEATORIO()” genera un número aleatorio entre 0 y 1. Al multiplicar este valor por 2 y restarle una unidad, se genera un número aleatorio que puede tomar valores tanto positivos como negativos. Este valor se multiplica a la variación del IPC, que posteriormente se suma al valor medio. De esta manera, se consiguen obtener valores del IPC aleatorios, pero dentro de unos márgenes de diseño.

Una vez definido el IPC, se determinan los parámetros de crecimiento estimado de las ventas de forma anual, como se muestra a continuación:

	Optimista				
Año	2	3	4	5	6
Crecimiento Estimado	5%	10%	8%	8%	7%

Tabla 49: Crecimiento Estimado: Situación Optimista

Pesimista				
2	3	4	5	6
5%	8%	6%	5%	5%

Tabla 50: Crecimiento Estimado: Situación Pesimista

En las dos tablas anteriores se muestran las estimaciones realizadas para las distintas situaciones. En la Tabla 49 se muestra el crecimiento que deben seguir las ventas en un escenario optimista, que, además, coinciden con las estimaciones que se hicieron al principio del análisis financiero. En la Tabla 50, por el contrario, se muestra el crecimiento que tendrían las ventas en un escenario pesimista, observándose que estos incrementos son menores o iguales a los de la situación optimista.

### 5.4.3 Estimación de Ventas

Estos datos, junto con los del IPC “real” (los valores aleatorios del Índice calculados con la fórmula descrita anteriormente), permiten generar valores aleatorios de las ventas de cada uno de los artículos y servicios. Estos se determinan mediante la siguiente fórmula de Excel:

$$Ventas_t = Ventas_{t-1} * (1 + Crecimiento_t * INV.NORM(ALEATORIO(); 1; VIV))$$

Donde la variable “ $Ventas_t$ ” hace referencia a las unidades vendidas en el periodo “t”; la variable “ $Crecimiento_t$ ” se corresponde con el crecimiento estimado de ese periodo; y la variable “VIV” se refiere a la Variabilidad del Incremento de Ventas, que dependerá de si el escenario es estable o inestable.

La función INV.NORM de Excel se corresponde con una distribución normal, en la que, al meterle una probabilidad (en este caso aleatoria), un valor medio y una desviación típica, devuelve un valor de la distribución normal. En este caso, se utiliza para dotar de un carácter aleatorio al incremento de las ventas. De esta manera, se genera la siguiente matriz de manera aleatoria (que va cambiando constantemente).

Ventas	Artículo	Precio de Venta	Precio servicio (mes)	Servicio (meses)	Ventas estimadas año 1
Venta Dron Básico	1	1.500,00 €	-	-	18
Venta Dron Básico + Aterrizaje autón.	2	2.250,00 €	-	-	6
Venta Dron + depósito	3	2.000,00 €	-	-	10
Venta Dron + depósito + Aterrizaje autón.	4	2.750,00 €	-	-	2
Venta Dron + Multiespectral	5	4.500,00 €	-	-	4
Venta Dron + Visión Nocturna	6	2.250,00 €	-	-	7
Venta Dron + Visión Nocturna + Aterrizaje autón.	7	3.000,00 €	-	-	3
Venta Depósito	8	300,00 €	-	-	15
Venta Multiespectrales	9	2.250,00 €	-	-	1
Venta Visión Nocturna	10	450,00 €	-	-	8
Venta Hélices	11	10,00 €	-	-	60
Venta Baterías	12	200,00 €	-	-	10
Servicios Rescate	13	-	3.000,00 €	0,25	5
Servicios Prevención Incendios	14	-	1.750,00 €	12	2
Servicios Vigilancia 24 horas	15	-	1.750,00 €	6	3
Servicios Transporte "Last Mile"	16	-	1.250,00 €	4	5
Otros servicios (*)	17	650,00 €	-	-	25

Tabla 51: Lista de artículos y servicios en venta

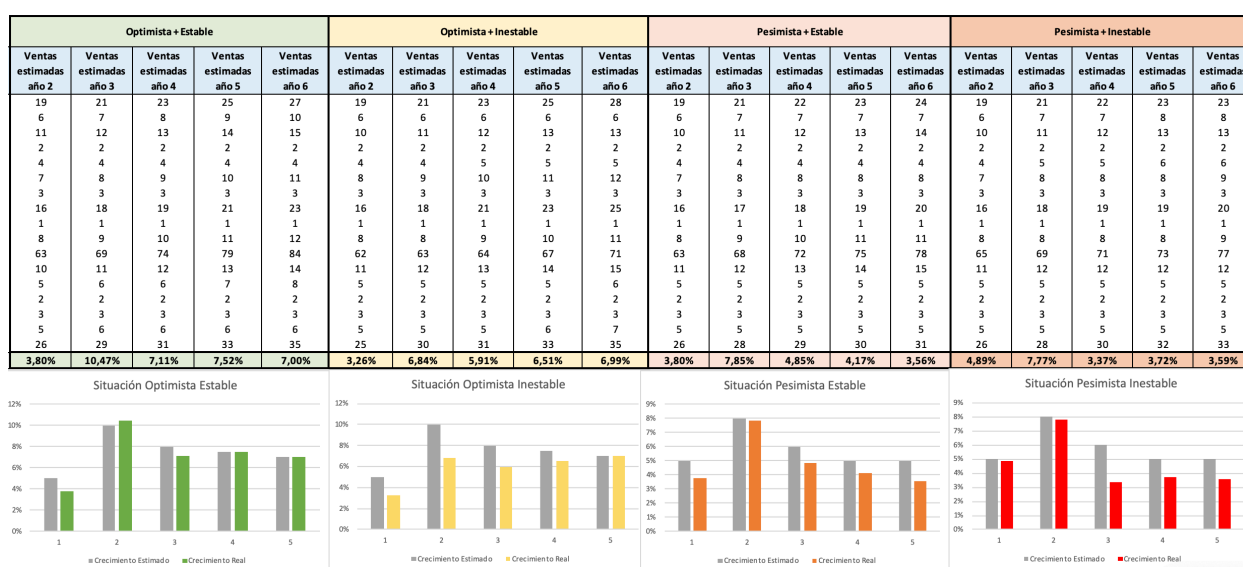


Tabla 52: Incremento de ventas para cada escenario

En la Tabla 52, cada fila está asociada a un producto o servicio ofertado por la empresa (siguiendo el orden que se muestra en la Tabla 51). Los valores correspondientes a la última fila hacen referencia al crecimiento “real” (en función de los valores aleatorios de las unidades vendidas de cada año) de las ventas. En la parte inferior, se muestran gráficas comparativas de los diferentes escenarios. Los parámetros representados en gris en estos diagramas son los valores de ventas estimados para cada escenario (dependiendo de si es una situación optimista o pesimista). Aquellas barras representadas en colores se corresponden con los porcentajes “reales” de crecimiento (basados en la tabla superior de ventas).

#### 5.4.4 Costes asociados a las ventas

Asociadas a las ventas, se incurren en unos gastos de materias primas y producción. Dichos costes son función de las unidades vendidas en cada periodo, del IPC acumulado a lo largo del tiempo y del incremento de las ventas, que llevará asociado un descuento en los gastos.

$$\text{Costes} = \text{Coste Unidad} * \text{Ventas}_t * (1 + \Delta \text{Ventas}_t) * \text{Descuento por unidad extra}) * \text{IPC acum}_t$$

Los costes por unidad y los descuentos se definen en la tabla siguiente:

Costes Variables: Materias Primas y Producción	Coste Mat. Primas	Coste Producción	Costes por unidad	Reducción coste por ud extra	Costes Año 1
Dron básico	250,00 €	100,00 €	350,00 €	2%	8.400,00 €
Dron + deposito	300,00 €	125,00 €	425,00 €	2%	5.100,00 €
Dron + Multiespectral	1.000,00 €	105,00 €	1.105,00 €	2%	4.420,00 €
Dron + Visión Nocturna	350,00 €	105,00 €	455,00 €	2%	4.550,00 €
Depósito	50,00 €	25,00 €	75,00 €	2%	1.125,00 €
Multiespectrales	750,00 €	5,00 €	755,00 €	1%	755,00 €
Visión Nocturna	100,00 €	5,00 €	105,00 €	1%	840,00 €
Hélices	0,50 €	- €	0,50 €	0%	30,00 €
Baterías	50,00 €	- €	50,00 €	0%	500,00 €
Aterrizaje autónomo	25,00 €	50,00 €	75,00 €	2%	825,00 €

Tabla 53: Costes Variables: Parámetros

Con estos datos, se calculan los costes asociados a las unidades vendidas en cada periodo:

Optimista + Estable						Optimista + Inestable						Pesimista + Estable						Pesimista + Inestable						
Costes Año 2	Costes Año 3	Costes Año 4	Costes Año 5	Costes Año 6	Costes Año 2	Costes Año 3	Costes Año 4	Costes Año 5	Costes Año 6	Costes Año 2	Costes Año 3	Costes Año 4	Costes Año 5	Costes Año 6	Costes Año 2	Costes Año 3	Costes Año 4	Costes Año 5	Costes Año 6	Costes Año 2	Costes Año 3	Costes Año 4	Costes Año 5	Costes Año 6
8.705,80 €	9.286,87 €	9.761,23 €	10.120,18 €	10.332,91 €	8.684,05 €	9.097,48 €	9.495,52 €	9.837,58 €	10.218,20 €	8.628,97 €	9.139,71 €	9.309,58 €	9.482,15 €	9.628,76 €	8.645,41 €	9.160,44 €	9.324,98 €	9.600,27 €	9.690,15 €	5.497,09 €	5.883,61 €	6.268,80 €	6.650,40 €	7.011,35 €
4.487,42 €	4.552,79 €	4.623,80 €	4.698,66 €	4.765,88 €	4.476,21 €	4.526,72 €	4.528,19 €	4.578,45 €	4.581,60 €	4.478,63 €	4.480,65 €	4.504,47 €	4.533,44 €	4.561,05 €	4.456,29 €	4.501,24 €	4.527,10 €	4.568,47 €	4.609,78 €	4.619,40 €	5.052,26 €	5.483,28 €	5.910,63 €	6.319,00 €
4.619,40 €	5.052,26 €	5.483,28 €	5.910,63 €	6.319,00 €	4.967,28 €	5.368,16 €	5.779,53 €	6.178,56 €	6.592,99 €	4.578,63 €	4.972,20 €	4.998,64 €	5.033,44 €	5.061,42 €	4.587,36 €	4.983,48 €	5.006,91 €	5.027,10 €	5.046,44 €	5.443,35 €	5.869,56 €	6.292,58 €	6.709,60 €	7.116,62 €
1.193,94 €	1.307,13 €	1.371,45 €	1.473,38 €	1.562,39 €	1.190,96 €	1.299,64 €	1.440,70 €	1.527,67 €	1.610,01 €	1.183,40 €	1.240,80 €	1.293,25 €	1.345,36 €	1.393,08 €	1.185,66 €	1.289,33 €	1.338,26 €	1.348,83 €	1.401,96 €	777,68 €	798,81 €	820,60 €	842,60 €	864,08 €
852,81 €	963,66 €	1.076,45 €	1.190,98 €	1.304,26 €	850,68 €	860,28 €	872,47 €	1.084,86 €	1.202,52 €	845,29 €	948,39 €	1.048,67 €	1.149,71 €	1.156,10 €	846,90 €	853,46 €	857,47 €	864,24 €	871,56 €	31,98 €	35,54 €	38,71 €	41,99 €	45,29 €
507,63 €	566,52 €	627,66 €	690,98 €	754,78 €	556,99 €	614,49 €	675,65 €	738,00 €	805,01 €	553,46 €	608,23 €	662,42 €	718,34 €	773,93 €	554,52 €	609,61 €	612,48 €	617,31 €	623,09 €	837,58 €	908,50 €	979,16 €	1.049,22 €	1.115,99 €
1,015	1,030	1,046	1,063	1,078	1,013	1,024	1,039	1,054	1,073	1,006	1,014	1,019	1,026	1,032	1,008	1,016	1,021	1,029	1,038	1,015	1,030	1,046	1,063	1,078

Tabla 54: Costes Variables: Resultados

En la Tabla 54 se muestran los costes asociados a cada línea de producto y cada servicio ofertado, dependiendo del año y del escenario en el que se encuentre. Estos gastos son directamente proporcionales a los datos reflejados en la Tabla 52, por lo que también irán variando en todo momento.

#### 5.4.5 Generación de las simulaciones Montecarlo

Con esta información y la referente a recursos humanos, gastos fijos, gastos de transporte, etc., obtenida en apartados anteriores, se procede a realizar las simulaciones Montecarlo. Para ello, en primer lugar, se calculan los BDI de cada uno de los periodos con toda la información obtenida anteriormente. Una vez definida la primera línea o simulación primaria, se procede a generar distintas soluciones, partiendo de esta.

Para conseguir obtener una gran variedad de soluciones a partir de la primaria, se convierten en aleatorios tanto los ingresos como los gastos de explotación, sin tocar los costes de personal ni financieros. Para ello, se aplica la siguiente ecuación:

$$IoGA = INV.NORM(ALEATORIO(); IoGP; IoGP * VMC)$$

Donde “IoGA” se refiere a los Ingresos o Gastos Aleatorios; “IoGP” hace referencia a los Ingresos o Gastos Primarios; y “VMC” se corresponde con la variabilidad de la simulación Montecarlo. Este último parámetro depende de si el escenario es estable o inestable, siendo de un 5% en el primer caso y de un 10% en el segundo.

Con esto, se decide generar un total de 500 simulaciones Montecarlo por escenario (1 primaria y 499 dependientes de esta), haciendo un total de 2.000 simulaciones.

Cogiendo todos los BDI de cada periodo, y teniendo en cuenta que la inversión inicial del proyecto es de 75.000€, se calcula el VAN en cada una de las simulaciones. A continuación, se cuentan los casos favorables (valores del VAN positivos) y desfavorables, y se calcula el porcentaje de éxito en cada uno de los escenarios. Tras esto, con los mismos BDI se calcula la TIR en cada una de las simulaciones, y, por último, con los flujos acumulados de efectivo, se calcula el PB de la inversión. A continuación, se muestra un ejemplo:

Tasa Actualización VAN	45%	Fase de arranque y expansión															
VAN	Inversión	Cash Flow Año 1	Cash Flow Año 2	Cash Flow Año 3	Cash Flow Año 4	Cash Flow Año 5	Cash Flow Año 6	TIR	Inversión	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Periodos en negativo	Pay Back
22.842 €	- 75.000,00 €	33.602,11 €	41.393,15 €	54.656,50 €	65.839,52 €	79.638,59 €	90.482,94 €	59%	75.000,00 €	41.399,89 €	6.74 €	54.649,46 €	120.488,98 €	200.127,57 €	290.610,51 €	2	2,000
42.645 €	- 75.000,00 €	37.220,23 €	65.368,25 €	69.222,78 €	93.238,65 €	61.748,66 €	69.265,82 €	72%	75.000,00 €	37.779,77 €	27.589,09 €	96.811,86 €	190.050,52 €	251.799,18 €	321.065,00 €	1	1,578
699 €	- 75.000,00 €	27.712,61 €	10.829,25 €	60.688,10 €	88.363,54 €	32.472,26 €	60.778,31 €	45%	75.000,00 €	47.282,39 €	36.458,14 €	24.029,96 €	112.393,51 €	144.865,76 €	205.644,07 €	2	2,603
20.558 €	- 75.000,00 €	49.890,12 €	19.664,05 €	49.279,47 €	61.021,43 €	48.047,80 €	133.215,21 €	58%	75.000,00 €	25.109,88 €	5.445,83 €	43.833,63 €	104.855,06 €	152.902,97 €	286.118,18 €	2	2,111
23.832 €	- 75.000,00 €	47.892,02 €	6.795,59 €	76.074,40 €	73.324,48 €	85.045,01 €	73.461,71 €	60%	75.000,00 €	27.307,08 €	20.521,09 €	55.553,37 €	128.877,80 €	219.922,81 €	287.384,52 €	2	2,270
33.197 €	- 75.000,00 €	40.842,84 €	38.100,93 €	60.473,15 €	62.490,98 €	115.738,49 €	91.807,86 €	65%	75.000,00 €	34.157,16 €	3.943,77 €	64.416,92 €	126.907,90 €	242.646,39 €	334.454,25 €	1	1,896
37.328 €	- 75.000,00 €	55.460,43 €	60.549,34 €	25.574,84 €	78.689,06 €	48.088,56 €	107.707,41 €	71%	75.000,00 €	19.539,57 €	41.009,77 €	66.584,62 €	145.273,67 €	193.362,24 €	301.069,65 €	1	1,323
5.395 €	- 75.000,00 €	21.412,58 €	27.643,84 €	64.103,84 €	73.395,39 €	49.034,18 €	72.490,71 €	49%	75.000,00 €	53.587,42 €	25.943,58 €	38.100,26 €	111.555,65 €	161.589,83 €	231.080,54 €	2	2,405
24.378 €	- 75.000,00 €	27.432,38 €	53.306,83 €	43.484,87 €	85.274,95 €	52.467,85 €	124.202,30 €	59%	75.000,00 €	47.567,82 €	5.739,21 €	49.224,08 €	134.498,13 €	186.965,98 €	311.168,28 €	1	1,892
23.881 €	- 75.000,00 €	28.109,96 €	56.862,92 €	54.665,52 €	58.510,36 €	52.236,96 €	122.858,42 €	59%	75.000,00 €	46.890,04 €	9.791,99 €	64.457,52 €	122.967,87 €	175.204,83 €	298.063,25 €	1	1,827
50.889 €	- 75.000,00 €	38.094,95 €	53.923,40 €	58.396,58 €	113.469,18 €	111.615,21 €	107.177,32 €	73%	75.000,00 €	36.905,05 €	17.018,36 €	75.414,94 €	188.884,12 €	300.499,33 €	407.676,65 €	1	1,684
16.793 €	- 75.000,00 €	41.130,00 €	35.341,07 €	42.687,05 €	80.874,41 €	38.998,68 €	76.994,37 €	56%	75.000,00 €	33.869,50 €	1.371,98 €	44.059,03 €	124.933,44 €	163.932,12 €	240.925,49 €	1	1,961
19.699 €	- 75.000,00 €	57.868,27 €	27.314,24 €	43.254,24 €	35.890,12 €	75.768,42 €	71.291,19 €	59%	75.000,00 €	17.131,73 €	10.182,51 €	53.436,75 €	89.326,87 €	165.095,29 €	236.386,48 €	1	1,627
20.821 €	- 75.000,00 €	30.624,56 €	32.587,50 €	61.074,02 €	93.531,86 €	57.429,45 €	84.106,73 €	57%	75.000,00 €	44.375,44 €	- 11.787,94 €	49.286,08 €	142.817,94 €	200.247,39 €	284.354,12 €	2	2,193
24.776 €	- 75.000,00 €	45.296,52 €	52.193,28 €	37.208,00 €	43.488,46 €	84.518,78 €	78.833,95 €	62%	75.000,00 €	29.703,48 €	22.489,80 €	59.697,80 €	103.186,26 €	187.705,05 €	266.559,00 €	1	1,569
15.926 €	- 75.000,00 €	36.880,46 €	45.094,63 €	47.393,04 €	23.857,13 €	55.815,58 €	135.657,37 €	55%	75.000,00 €	38.125,54 €	6.775,10 €	53.960,03 €	77.826,16 €	133.641,74 €	269.299,11 €	1	1,859
18.788 €	- 75.000,00 €	30.824,36 €	22.746,97 €	92.011,81 €	25.730,64 €	102.693,31 €	135.953,94 €	37%	75.000,00 €	105.824,36 €	- 83.077,39 €	8.934,43 €	34.665,07 €	137.358,37 €	273.312,31 €	2	2,903
3.237 €	- 75.000,00 €	32.096,84 €	27.287,16 €	44.767,59 €	37.399,84 €	59.635,99 €	99.204,96 €	47%	75.000,00 €	42.903,16 €	- 15.616,00 €	29.151,59 €	66.551,43 €	126.187,42 €	225.392,38 €	2	2,349
1.231 €	- 75.000,00 €	22.123,38 €	31.693,92 €	31.579,00 €	54.080,59 €	72.535,02 €	89.950,02 €	44%	75.000,00 €	52.876,62 €	- 21.782,70 €	9.796,30 €	64.476,89 €	127.011,52 €	226.961,93 €	2	2,689
9.524 €	- 75.000,00 €	10.720,64 €	47.422,97 €	51.845,89 €	119.351,25 €	94.470,32 €	98.678,58 €	49%	75.000,00 €	85.720,64 €	36.297,67 €	13.548,22 €	132.899,48 €	227.369,80 €	326.040,38 €	2	2,739
4.881 €	- 75.000,00 €	21.788,91 €	37.557,65 €	69.352,89 €	42.516,39 €	33.742,93 €	78.989,48 €	48%	75.000,00 €	53.211,09 €	- 15.653,24 €	53.699,66 €	96.216,05 €	129.958,98 €	216.948,45 €	2	2,226
28.185 €	- 75.000,00 €	21.840,21 €	45.762,58 €	68.099,59 €	112.390,09 €	55.530,80 €	92.295,27 €	61%	75.000,00 €	53.159,79 €	7.397,21 €	60.702,38 €	173.092,47 €	228.623,27 €	320.918,54 €	2	2,109
35.569 €	- 75.000,00 €	45.902,27 €	28.975,26 €	58.876,72 €	85.619,65 €	96.514,89 €	109.022,26 €	66%	75.000,00 €	29.097,63 €	1.22,36 €	58.754,36 €	144.373,91 €	241.288,00 €	351.310,26 €	2	2,002
15.777 €	- 75.000,00 €	9.282,94 €	37.200,30 €	60.508,10 €	71.394,68 €	112.780,53 €	121.639,36 €	53%	75.000,00 €	65.717,06 €	- 28.516,77 €	31.991,33 €	103.386,01 €	216.166,54 €	337.805,90 €	2	2,471
6.681 €	- 75.000,00 €	5.856,36 €	73.248,10 €	47.410,42 €	52.168,97 €	67.977,13 €	45.031,88 €	49%	75.000,00 €	69.143,64 €	- 4.104,46 €	51.514,88 €	103.683,85 €	171.660,99 €	216.692,87 €	1	1,944
12.127 €	- 75.000,00 €	29.282,97 €	29.161,68 €	61.654,56 €	71.935,48 €	78.283,50 €	101.413,73 €	52%	75.000,00 €	45.717,03 €	- 16.555,34 €	25.099,21 €	97.034,69 €	175.318,19 €	276.731,92 €	2	2,397
40.081 €	- 75.000,00 €	54.382,20 €	62.330,40 €	50.893,04 €	51.879,37 €	68.158,95 €	83.196,87 €	73%	75.000,00 €	20.617,80 €	41.512,59 €	92.406,49 €	144.085,86 €	212.244,81 €	295.445,68 €	1	1,330
26.906 €	- 75.000,00 €	27.945,70 €	38.814,63 €	101.839,59 €	53.919,56 €	44.794,42 €	107.634,45 €	61%	75.000,00 €	47.054,30 €	- 8.239,67 €	93.600,25 €	147.519,81 €	192.314,23 €	299.946,67 €	2	2,081
21.429 €	- 75.000,00 €	53.396,57 €	53.152,78 €	24.797,42 €	16.887,94 €	89.611,16 €	97.842,91 €	60%	75.000,00 €	21.603,43 €	31.549,35 €	46.237,30 €	71.034,72 €	160.645,88 €	252.793,78 €	1	1,406
18.682 €	- 75.000,00 €	24.351,04 €	44.892,58 €	43.932,17 €	72.838,62 €	92.400,73 €	97.842,91 €	56%	75.000,00 €	50.648,96 €	- 5.756,39 €	37.275,79 €	110.114,41 €	202.515,14 €	300.358,05 €	2	2,134
5.321 €	- 75.000,00 €	13.097,78 €	11.657,77 €	57.467,61 €	45.199,67 €	77.145,77 €	144.707,47 €	49%	75.000,00 €	63.400,31 €	- 39.739,48 €	38.217,64 €	75.277,64 €	149.429,13 €	240.178,93 €	2	2,104

Ilustración 19: VAN, TIR y PB para un escenario Optimista Inestable

En la Ilustración 19 se muestra un ejemplo, donde cada fila se corresponde con una simulación diferente. La primera columna muestra el VAN de cada una de ellas, así como si se trata de un valor positivo (en verde) o negativo (en rojo). La siguiente tabla hace referencia a los Cash-Flow de cada una de estas simulaciones, y la última columna de dicha tabla se corresponde con los valores de la TIR. Por último, la tabla de la derecha muestra la evolución del flujo acumulado, siendo los valores negativos los representados en rojo y los positivos los verdes. Con esta tabla, se calculan los valores del PB en cada simulación.

## 5.4.6 Resultados del Análisis de Sensibilidad

Una vez calculados todos estos parámetros, se realiza una tabla resumen, en la que se recogen los valores medios del VAN, TIR y PB, sus desviaciones típicas y el porcentaje de éxito medio, como se muestra a continuación:

	Optimista + Estable	Optimista + Inestable	Pesimista + Estable	Pesimista + Inestable
<b>Casos Favorables</b>	496	455	408	339
<b>Casos Desfavorables</b>	4	45	92	161
<b>VAN Medio</b>	20.404,59 €	23.216,21 €	8.203,74 €	7.044,05 €
<b>Desviación típica VAN</b>	8.480,48 €	17.304,52 €	9.027,32 €	18.392,66 €
<b>TIR Media</b>	57,77%	59,57%	50,65%	50,42%
<b>Desviación típica TIR</b>	5,52%	11,11%	6,22%	12,94%
<b>PB Medio (Periodos)</b>	1,980	2,007	2,065	2,127
<b>Desviación típica PB</b>	0,253	0,512	0,299	0,643
<b>Probabilidad de éxito</b>	99,20%	91,00%	81,60%	67,80%

Tabla 55: Resumen de las simulaciones Montecarlo

Los datos reflejados en la Tabla 55 varían constantemente, recogiendo la información de las 2.000 simulaciones en cada iteración. Estos datos se almacenan hasta completar un total de diez iteraciones, considerándose que con ello se alcanza un número más que suficiente de simulaciones realizadas: 5.000 en cada escenario, lo que hace un total de 20.000 simulaciones.

Iteración	Optimista + Estable						
	VAN Medio	Desviación típica VAN	TIR Media	Desviación típica TIR	PB Medio	Desviación típica PB	Tasa de Éxito
1	19.913,53 €	9.224,81 €	57,49%	5,99%	1,989	0,262	97,40%
2	21.953,37 €	9.321,92 €	58,46%	5,95%	2,002	0,261	98,80%
3	19.906,82 €	8.737,32 €	57,52%	5,69%	1,985	0,253	98,60%
4	18.160,24 €	9.202,11 €	56,61%	6,05%	1,971	0,264	97,40%
5	19.422,93 €	9.332,24 €	57,43%	6,18%	1,957	0,260	97,80%
6	16.729,93 €	8.422,75 €	55,83%	5,70%	1,974	0,267	97,00%
7	23.401,70 €	9.194,88 €	59,40%	5,93%	1,954	0,264	99,40%
8	15.954,35 €	9.017,56 €	55,39%	6,01%	1,991	0,271	96,00%
9	20.815,58 €	8.710,12 €	58,02%	5,67%	1,978	0,248	98,40%
10	18.994,63 €	9.593,76 €	57,16%	6,39%	1,972	0,278	96,80%

Iteración	Optimista + Inestable						
	VAN Medio	Desviación típica VAN	TIR Media	Desviación típica TIR	PB Medio	Desviación típica PB	Tasa de Éxito
1	17.174,28 €	18.505,19 €	56,23%	12,03%	2,076	0,601	82,20%
2	28.652,70 €	17.697,99 €	62,25%	11,13%	2,007	0,468	93,60%
3	14.192,20 €	17.691,99 €	54,61%	11,73%	2,043	0,546	80,60%
4	20.283,42 €	17.894,86 €	58,02%	11,71%	2,040	0,545	87,20%
5	18.634,57 €	18.665,26 €	57,23%	12,27%	2,012	0,548	83,00%
6	27.377,90 €	18.095,12 €	61,58%	11,54%	1,988	0,500	94,00%
7	19.742,95 €	18.245,12 €	57,68%	11,94%	2,054	0,550	87,00%
8	16.141,00 €	18.705,58 €	55,68%	12,23%	2,090	0,564	82,20%
9	18.917,26 €	18.533,41 €	57,36%	12,24%	2,035	0,534	84,20%
10	23.685,25 €	18.984,56 €	59,82%	12,22%	2,026	0,529	90,60%

Iteración	Pesimista + Estable						
	VAN Medio	Desviación típica VAN	TIR Media	Desviación típica TIR	PB Medio	Desviación típica PB	Tasa de Éxito
1	8.836,26 €	8.864,69 €	51,08%	6,11%	2,065	0,288	84,80%
2	10.114,39 €	8.731,64 €	51,85%	5,94%	2,047	0,281	87,20%
3	8.745,42 €	9.076,40 €	51,04%	6,27%	2,049	0,302	83,60%
4	8.194,68 €	8.708,14 €	50,65%	6,01%	2,077	0,291	82,00%
5	8.197,11 €	9.267,32 €	50,62%	6,35%	2,093	0,310	82,20%
6	5.723,25 €	9.099,32 €	49,08%	6,38%	2,082	0,322	71,80%
7	9.352,11 €	8.428,87 €	51,40%	5,82%	2,047	0,283	85,20%
8	10.481,53 €	8.868,54 €	52,18%	6,11%	2,029	0,289	88,20%
9	10.865,40 €	8.921,52 €	52,44%	6,18%	2,010	0,282	89,00%
10	10.021,36 €	8.924,92 €	51,86%	6,12%	2,044	0,288	85,60%

Iteración	Pesimista + Inestable						
	VAN Medio	Desviación típica VAN	TIR Media	Desviación típica TIR	PB Medio	Desviación típica PB	Tasa de Éxito
1	12.188,72 €	18.806,06 €	53,41%	12,73%	2,109	0,593	75,40%
2	13.506,88 €	18.395,52 €	54,30%	12,52%	2,063	0,540	79,00%
3	14.748,25 €	16.489,84 €	54,99%	11,17%	2,041	0,512	81,80%
4	14.640,93 €	17.235,20 €	54,84%	11,53%	2,086	0,567	79,60%
5	13.756,71 €	17.930,56 €	54,54%	12,27%	2,044	0,543	78,20%
6	7.365,60 €	17.058,03 €	50,37%	12,02%	2,120	0,599	68,40%
7	13.038,41 €	17.276,27 €	54,13%	11,67%	2,041	0,564	76,80%
8	10.217,64 €	17.547,71 €	52,16%	12,08%	2,122	0,579	71,40%
9	17.016,45 €	17.760,32 €	56,56%	12,18%	1,994	0,534	83,60%
10	9.365,85 €	17.171,29 €	51,82%	11,98%	2,082	0,575	71,80%

Tabla 56: Resultados de 10 iteraciones

Para terminar, los datos recogidos de estas diez iteraciones se tratan para obtener un valor medio de todos los parámetros, quedando así un cuadro resumen de todas las simulaciones Montecarlo:



	Resultados del Análisis de Sensibilidad				Nº iteraciones:		20000
	VAN Medio	Desviación típica VAN	TIR Media	Desviación típica TIR	PB Medio	Desviación típica PB	Tasa de Éxito
<b>Optimista Estable</b>	19.525,31 €	9.075,75 €	57,33%	5,96%	1,977	0,263	97,76%
<b>Optimista Inestable</b>	20.480,15 €	18.301,91 €	58,05%	11,90%	2,037	0,539	86,46%
<b>Pesimista Estable</b>	9.053,15 €	8.889,13 €	51,22%	6,13%	2,054	0,294	83,96%
<b>Pesimista Inestable</b>	12.584,55 €	17.567,08 €	53,71%	12,02%	2,070	0,561	76,60%

Tabla 57: Resultados del Análisis de Sensibilidad

De los resultados obtenidos en la Tabla 57, se puede determinar que el mejor escenario es el Optimista Estable, basando esta información en el porcentaje de éxito. Sin embargo, es cierto que, en los escenarios inestables, a pesar de tener un menor porcentaje de éxito, también presentan un valor medio del VAN más elevado. Esto se debe, principalmente, a la variación que presentan, que se refleja en las desviaciones típicas mostradas en la tabla.

Como era de esperar, un escenario optimista generará mejores resultados que uno pesimista, cosa que se puede ver en la tasa de éxito de estos. Además, se debe destacar que, para todos los escenarios, el Pay Back de la inversión ronda los dos años de media.

En términos generales, e independientemente del escenario que pueda desarrollarse en el futuro, parece claro que la inversión en esta empresa resultará rentable económicamente, presentando en el caso más desfavorable una probabilidad de éxito del 75%, y una Tasa Interna de Rentabilidad mínima de entorno el 50%, superior a la tasa de actualización del VAN establecida para las startups tecnológicas de nueva creación (del 45%).



## 6 CONCLUSIONES GENERALES

El principal reto que presentaba este proyecto era el de diseñar un producto atractivo e innovador, capaz de competir con el resto de empresas ya asentadas en el mercado, y ofreciendo prestaciones y servicios que ninguna de sus competidoras ofertase a sus clientes. Para ello, se establecieron una serie de objetivos a cumplir, cuyo fin último era el de generar un producto que cumpliera todo lo anteriormente descrito, así como el planteamiento de creación de una empresa centrada en el uso de estas tecnologías. Gracias a la descripción de estos objetivos en el bloque introductorio, puede decirse que se han podido extraer con éxito un buen número de conclusiones, como son:

En primer lugar, gracias a un proceso colaborativo de generación de ideas (Método 635), se pudieron identificar un gran número de oportunidades de negocio, todas ellas con un enorme potencial. Estas, a su vez, fueron evaluadas y clasificadas mediante métodos cuantitativos para obtener un concepto ganador, que sería seleccionado para ser desarrollado a lo largo de todo el proyecto.

La segunda conclusión que se puede sacar de este trabajo es que se ha conseguido analizar el mercado objetivo para el producto seleccionado, realizando una segmentación del mismo y analizando las empresas del sector que supondrían una competencia directa al producto a diseñar. Además, se ha conseguido obtener una lista de elementos diferenciadores que, posteriormente, fueron implementados en la aeronave.

También se ha conseguido obtener información directa de un gran número de personas encuestadas, información crucial para el correcto desarrollo del proceso creativo y de diseño. Gracias a estos datos, se extrajeron las necesidades que tendrían los clientes potenciales de este producto, que fueron explotadas para intentar alcanzar una mayor cuota de mercado.

Otra conclusión muy a tener en cuenta es la de transformar aquellas necesidades expresadas por las personas encuestadas en especificaciones del producto. Esto ha sido posible gracias a la aplicación de métodos cuantitativos y la comparación de las métricas establecidas con los productos ofertados por la competencia. Con todo ello, se extrajo una lista de especificaciones priorizadas, que hacen del dron un producto competitivo e innovador.

Una vez establecidas todas las especificaciones de la aeronave, se ha conseguido generar gran variedad de conceptos diferentes, los cuales atacaban a métricas y parámetros distintos. Tras ser comparados entre sí mediante métodos numéricos, se obtuvo un diseño ganador, que representaría el producto final a desarrollar por la empresa. Adicionalmente, se pudieron diseñar conceptos auxiliares, que mejoraban al concepto ganador.

Con el producto perfectamente detallado, quedaba estudiar la viabilidad económica del proyecto. Para ello, se realizaron los balances económicos de la empresa destinada al ensamblaje, venta y abastecedora de servicios con este producto. Además, se estudiaron los ingresos y gastos que esta compañía tendría en los primeros años de ejercicio, obteniéndose así la cuenta de pérdidas y ganancias de la misma.

Sin embargo, esto no era suficiente, pues no tenía en cuenta la variabilidad del mercado y la aleatoriedad de las ventas. Por ello, además del plan financiero, se trabajó en un análisis de sensibilidad para estudiar la evolución de la empresa ante distintos escenarios. Para ello, se realizó una simulación Montecarlo, calculándose un total de 20.000 simulaciones, de las cuales se extrajo información ante diferentes escenarios posibles.

Tanto del plan financiero, como posteriormente de las simulaciones Montecarlo, se extrae la siguiente conclusión: el proyecto es viable económicamente hablando para todos los escenarios evaluados, tomando por ciertas las hipótesis planteadas a lo largo del documento.

Como conclusión general, se ha conseguido diseñar con éxito un producto innovador cuya explotación, además, resulta viable económicamente.

Por último, comentar que, aunque los resultados obtenidos son bastante favorables, la situación económica actual desencadenada por el Covid-19 presenta una gran incertidumbre e inestabilidad, por lo que no sería recomendable comenzar una empresa como esta en estos momentos, ya que los productos que oferta presentan un elevado riesgo a costa del carácter innovador de los mismos.

## 7 REFERENCIAS

---

- [1] Ulrich, K., & Eppinger, S. (2011). *Product design and development* (5 ed.). Boston: McGraw-Hill/Irwin.
- [2] Ministerio de Fomento, Gobierno de España (2018), *Plan Estratégico para el desarrollo del Sector Civil de los Drones en España*.
- [3] Guadix Martín, J., Rodríguez Palero, M., & Muñuzuri, J. (2014). *Organización y gestión de empresas: análisis de balances, control económico, inversiones y financiación*. Mairena de Aljarafe, Sevilla: Iris-Copy.

## 8 ANEXOS

### 8.1 Anexo A: Método 635

<b>Método 635</b>			
TFG Rodrigo de Sebastián Guinea		Fecha: febrero 2020	
	Idea 1	Idea 2	Idea 3
Miembro 1:  Josema	Sistema de detección de fuegos/plagas o similar	Sistema de delimitación de parcela y optimización de ruta de vuelo	Sistema de fumigación y regado
Miembro 2:  Luis Fernando	Módulo para sincronización de drones (Vuelo en enjambre)	Protección térmica para incendios	Altavoces y/o micrófono para transmisiones de emergencia
Miembro 3:  María	Capaz de atravesar la atmosfera	Recoger la compra para personas con movilidad reducida	Revisión de molinos de viento o de buques mercantes
Miembro 4:  Rodrigo	Patas con conexión que, al aterrizar, recarga el don	Plataforma de recarga abastecida con energía solar y eólica	Sistema de cambio automático de baterías
Miembro 5:  Jesús	Manejo desde el móvil	Brazos con brochas para pintar edificios	Cámara térmica para localizar a personas

Miembro 6:  Luis Javier	Resistencia al agua y medidores de calidad de la misma	Medición de la calidad del aire a distintas alturas	Sensores de predicción de grandes tormentas
Plantilla diseñada por Rodrigo de Sebastián Guinea para la elaboración de su TFG			

<b>Método 635</b>			
TFG Rodrigo de Sebastián Guinea		Fecha: febrero 2020	
	Idea 1	Idea 2	Idea 3
Miembro 1:  María	Sensores de detección de plagas	Sensores que detecten la fertilidad del suelo	Que el dron soporte inclemencias meteorológicas
Miembro 2:  Rodrigo	Cámaras multiespectrales para agricultura de precisión	Carga para extinción de incendios	Carga de equipo de primeros auxilios para emergencias
Miembro 3:  Jesús	Reparto a domicilio de comida o mensajería	Sistema de reconocimiento facial en multitudes	Trabajo sincronizado con un enjambre de drones
Miembro 4:  Luis Javier	Recarga inalámbrica	Súper cargadores tipo Tesla	Baterías intercambiables en vuelo
Miembro 5:  Josema	Transporte de cargas mediante uno o varios drones	Aterrizaje en plataformas fijas o móviles con sistema de guiado por visión (códigos QR)	Lanzamiento de proyectiles en conflictos civiles (botes humo, pelotas de goma, ...)
Miembro 6:  Luis Fernando	Para despliegue o revisión de tendidos eléctricos	Uno de enjambre de drones para espectáculos nocturnos	Sincronización de drones para tomas cinematográficas desde distintos ángulos
Plantilla diseñada por Rodrigo de Sebastián Guinea para la elaboración de su TFG			

<b>Método 635</b>			
TFG Rodrigo de Sebastián Guinea		Fecha: febrero 2020	
	Idea 1	Idea 2	Idea 3
Miembro 1:  Rodrigo	Dispensador de semillas	Sistema de evasión de pájaros	Patas con suspensión para adaptarse al terreno
Miembro 2:  Jesús	Taladro para trabajos en zonas altas o de difícil acceso	Lector de código de barras para almacenes	Destornillador
Miembro 3:  Luis Javier	Batería de hidrógeno para aumentar la autonomía	Comunicación con drones para vuelos en formación y trabajos conjuntos	Transporte de personas
Miembro 4:  Josema	Puntos de recarga en distintas zonas de una parcela	Placas solares incorporadas en el dron	Dron con cable largo para recarga sin necesidad de aterrizar
Miembro 5:  Luis Fernando	Transferencia de carga entre drones, en estaciones o en vuelo	Control de plagas o fauna (cacería controlada)	Supervisión de seguridad en el trabajo
Miembro 6:  María	Drones camuflados para estudio de fauna	Dron con proyector que guía a personas perdidas en el bosque	Dron sumergible que recoja basura del fondo de lagos y mares
Plantilla diseñada por Rodrigo de Sebastián Guinea para la elaboración de su TFG			

<b>Método 635</b>			
TFG Rodrigo de Sebastián Guinea		Fecha: febrero 2020	
	Idea 1	Idea 2	Idea 3
Miembro 1:  Luis Fernando	Localización de frutos y estados de maduración	Drones para control de animales (pastoreo autónomo)	Tijeras para podadoras para frutos
Miembro 2:  María	Aspirador para entornos industriales de difícil acceso	Carga de medicamentos	Capaz de cargar personas con movilidad reducida
Miembro 3:  Rodrigo	Detección de incendios con aviso a bomberos	Aterrizaje autónomo en plataforma de recarga	Conexión y comunicación con los diferentes elementos del espacio aéreo
Miembro 4:  Jesús	Recarga por energía solar durante el funcionamiento	Recarga por energía eólica durante el funcionamiento	Cambio de baterías en vuelo y lanzar la batería gastada
Miembro 5:  Luis Javier	Vuelo autónomo guiado por IA	Trailer que funciona como estación de transporte de drones (entran y salen)	Sistemas de control de plagas de animales de pequeño tamaño
Miembro 6:  Josema	Transporte de residuos urbanos e industriales a vertederos	Recogida de basura en alta mar	Drones para estudios de prevención de terremotos
Plantilla diseñada por Rodrigo de Sebastián Guinea para la elaboración de su TFG			

<b>Método 635</b>			
TFG Rodrigo de Sebastián Guinea		Fecha: febrero 2020	
	Idea 1	Idea 2	Idea 3
Miembro 1:  Jesús	Termostato para entornos industriales de difícil acceso	Anemómetro	Para-rayos
Miembro 2:  Luis Javier	Cámara infrarroja para mediciones de temperatura	Depósito y dispensador de semillas	Equipo de fumigación
Miembro 3:  Josema	Transporte logístico de miniloads	Sistemas de despegue vertical y horizontal en el mismo vehículo	Sistema de vuelo similar a los pájaros
Miembro 4:  Luis Fernando	Estaciones de recarga inductivas	Estaciones de intercambio de baterías	Uso de microgrid para la carga de drones (es necesario que su uso esté extendido)
Miembro 5:  María	Equipos de supervivencia para montañeros en peligro	Localizan rutas de fácil acceso para equipos de rescate	Mandar sangre para analizar desde pueblos remotos y devolver el resultado el mismo día
Miembro 6:  Rodrigo	Drones nodriza (que carguen con mas drones de menor tamaño)	Con camuflaje personalizable según los colores del entorno	Plegables a tamaño de una rueda de bici para facilitar su transporte
Plantilla diseñada por Rodrigo de Sebastián Guinea para la elaboración de su TFG			



<b>Método 635</b>			
TFG Rodrigo de Sebastián Guinea		Fecha: febrero 2020	
	Idea 1	Idea 2	Idea 3
Miembro 1:  Luis Javier	Dron planeador capaz de barrer mayores superficies	Despegue y aterrizaje vertical	Algoritmos que garantizan el barrido de toda una superficie
Miembro 2:  Josema	Brazo articulado para montaje y ensamblaje de piezas	Detección de grietas en materiales (por ejemplo, en hormigón)	Sonda para medir temperatura de tuberías
Miembro 3:  Luis Fernando	Asistencia y guiado para personas invidentes	Drones de compañía (tipo Alexa de Amazon)	Drones de búsqueda de delincuentes entre multitudes
Miembro 4:  María	Aproveche altas temperaturas para recargarse (termosolar)	Con placas fotovoltaicas	Aproveche energía eólica
Miembro 5:  Rodrigo	Dron antidisturbios (botes de humo, ultrasonidos)	Dron con desfibrilador para emergencias en la calle	Revolver de objetivos para la cámara
Miembro 6:  Jesús	Dron para multar infracciones de tráfico	Medidor de los niveles de contaminante en aguas	Con capacidad de moverse por tierra (orugas o ruedas)
Plantilla diseñada por Rodrigo de Sebastián Guinea para la elaboración de su TFG			

## 9 GLOSARIO

BAI: Beneficio Antes de Impuestos	88
BDI: Beneficios Después de Impuestos	88
CF: Cash-Flow	93
EBIT: Earnings Before Interest and Taxes	88
EBITDA: Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization	88
FPV: First Person View	39
GPS: Global Positioning System	1
INE: Instituto Nacional de Estadística	81
IoGA: Ingresos o Gastos Aleatorios	98
IoGP: Ingresos o Gastos Primarios	98
IPC: Índice de Precios de Consumo	81
PB: Pay Back	94
PMT: Periodic payment for an annuity	85
RAE: Real Academia Española	1
ROA: Return On Assets	90
ROE: Return On Equity	90
ROS: Return On Sales	90
TIR: Tasa Interna de Rentabilidad	94
VAN: Valor Actual Neto	93
VIV: Variabilidad del Incremento de Ventas	96
VMC: Variabilidad de la simulación Montecarlo	98

